

ANÁLISE E CONTEXTUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO EM USOS BIM

ESTUDO DE CASO

RUI FILIPE TAVARES DE PINA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Rodrigues Gonçalves

Coorientador: Mestre Pedro Nuno Mêda Magalhães

JUNHO DE 2019

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2018/2019

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2018/2019 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais

“Give a man a fish, and you feed him for a day. Teach a man to fish, and you feed him for a lifetime”

AGRADECIMENTOS

Para a realização desta dissertação contei com a ajuda e apoio de inúmeras pessoas pelas quais expresso o devido agradecimento.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Miguel Chichorro Gonçalves, pela oportunidade que me deu de realizar este trabalho, um grande agradecimento por toda a disponibilidade, motivação e profissionalismo sempre demonstrados, bem como por todo o conhecimento adquirido na área da Engenharia Civil.

Ao meu coorientador, Mestre Pedro Nuno Mêda Magalhães, por toda a disponibilidade e ajuda ao longo do desenvolvimento deste trabalho, e por todo o conhecimento transmitido.

Aos meus pais, Fernando e Carminda, e à minha irmã Patrícia, por todo o amor e apoio incondicional demonstrado ao longo da vida, e pelos valores que me transmitem.

Aos meus amigos Luís Correia, Luís Silva, Moisés, Miguel, Gito, Diogo, Rafa, Ali, Catarina, Carlo, Tatiana e Mariana, por toda a amizade, companheirismo e por todos os grandes momentos.

A todos os que caminharam comigo, um sincero Muito Obrigado!

RESUMO

A introdução de tecnologias e metodologias associadas ao *Building Information Modelling* (BIM) apresentam-se com elevado potencial para responder a problemáticas de eficiência na indústria da construção.

Apesar das metodologias BIM apresentarem vantagens teóricas, a sua implementação ainda está numa fase de crescimento no contexto da indústria da construção, existindo ainda alguns obstáculos que persistem na sua adoção.

O BIM assenta em metodologias que exigem uma elevada colaboração e interoperabilidade entre todos os intervenientes do processo construtivo, onde é partilhado um vasto conjunto de informação, gráfica e não gráfica, que deve ser uniformizada de modo a otimizar todo o processo.

A ausência ou escassez de organização e classificação da informação, ao nível de produtos e materiais de construção constitui um entrave no desenvolvimento de metodologias BIM, sendo a nível nacional mais evidente ainda comparativamente a outros países.

A presente dissertação explora a aplicabilidade da informação técnica existente na construção em várias vertentes e usos que as metodologias BIM potenciam. Para esse efeito, foi estudado um caso de um edifício destinado a serviços de cafetaria e restauração inserido no campus da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, do qual foi retirado um conjunto de elementos construtivos, sendo posteriormente feita uma análise da informação técnica e contextualização da mesma em diferentes áreas do processo construtivo.

A metodologia consistiu também em aplicar essa informação num software de suporte à metodologia BIM, neste caso o *Revit*®, onde se procedeu à modelação dos vários elementos. Foram feitas comparações ao nível do detalhe gráfico entre os elementos do projeto e do modelo, e uma análise ao nível da informação de cada família de objetos modelada.

Conclui-se que a informação ao nível de materiais e produtos de construção constitui um elemento chave para a adoção de metodologias BIM, sendo uma base importante para a uniformização da informação que permite impulsionar um ambiente mais colaborativo entre os intervenientes do processo construtivo. Ao nível da modelação, existe de facto um grande potencial gráfico, porém ao nível de informação carece ainda um pouco de quantidade, qualidade e variedade, e sente-se a falta de cooperação por parte dos vários membros integrantes da indústria da construção, designadamente os produtores de materiais. É uma tarefa que, apesar de ser possível de realizar, apresenta obstáculos, nomeadamente relacionados com inviabilidade económica.

PALAVRAS-CHAVE: BIM, Informação Técnica, Parametrização, Revit, Contextualização.

ABSTRACT

The introduction of technologies and methods associated with *Building Information Modelling* (BIM) presents a high potential to answer efficiency problems in the construction industry.

Despite these methods have evident competences, their implementation is still in a growing phase in the context of the construction industry, and there are still some obstacles that persist in its adoption.

BIM relies on methods that demands collaboration and interoperability among all the entities involved in the construction process, where a wide range of information, both graphical and non-graphic is shared, which must be standardized in order to optimize the whole process.

The absence or scarcity of information organization and classification related to construction products and materials is an obstacle to the development of BIM methods, being that more evident at a national level compared to other countries.

This thesis explores the applicability of the existing construction technical information in several ways and uses that the BIM methods can potentiate. For this purpose, a real-life case of a catering facility, located in the FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto) campus was studied, from which a set of constructive elements were explored in order to analyse and contextualize its technical information in different areas of the construction process.

The approach taken also consisted in applying this information in a software that supports the BIM methodology, in this case Revit, where various project elements were modelled. Then comparisons were made at graphic detail level between project and model elements, as well as an analysis between the level of information present in Revit family objects.

It was concluded that the construction products information is a key element for the adoption of BIM methodologies, being an important basis for the standardization of information that allows to promote a more collaborative environment among the entities involved in the construction process. At the modelling level, there is indeed a great graphic potential, but at the information level it still lacks a bit of quantity, quality and variety, being there also a lack of cooperation on the part of the various members of the construction industry, such as manufacturing entities. Although it is an achievable task, there are still obstacles, mostly related to economic unfeasibility.

KEYWORDS: BIM, Technical Information, Parameterization, Revit, Contextualization.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1 INTRODUÇÃO	17
1.1. ENQUADRAMENTO DA DISSERTAÇÃO	17
1.2. MOTIVAÇÃO	17
1.3. ÂMBITO E OBJETIVOS	18
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2 ESTADO DE ARTE.....	21
2.1. ABORDAGEM HISTÓRICA.....	21
2.1.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA E SOFTWARES CAD 2D	21
2.1.2. REPRESENTAÇÃO 3D	21
2.1.3. EVOLUÇÃO DO BIM	22
2.2. O CONCEITO DE BIM	23
2.2.1. INTRODUÇÃO.....	23
2.2.2. DIMENSÕES DO BIM	24
2.2.3. NÍVEIS DE MATURIDADE DO BIM	25
2.2.4. NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO - LOD	26
2.2.5. OBJETOS PARAMÉTRICOS	27
2.2.6. INTEROPERABILIDADE	28
2.3. FERRAMENTAS BIM.....	28
2.4. ESTADO ATUAL DO BIM	28
2.4.1. VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS BIM.....	28
2.4.2. OBSTÁCULOS, DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES DO BIM.....	29
2.5. BIM EM PORTUGAL	29
2.5.1. PROCESSO CONSTRUTIVO CORRENTE	29
2.6. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO.....	31
2.6.1. INTRODUÇÃO.....	31
2.6.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO	31
2.6.3. SISTEMAS NACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO	35

2.6.4.	PRONIC.....	36
2.6.5.	MARCAÇÃO CE	37
2.7.	MACRO-BIM	38

3 METODOLOGIA E ABORDAGEM DO CASO DE ESTUDO..... 43

3.1.	INTRODUÇÃO.....	43
3.2.	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	43
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	43
3.2.2.	MODELO BIM	44
3.2.3.	ELEMENTOS DO PROJETO.....	45
3.3.	METODOLOGIA	46
3.3.1.	ENQUADRAMENTO	46
3.3.2.	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA.....	46
3.4.	Usos BIM.....	48
3.4.1.	INTRODUÇÃO.....	48
3.4.2.	PROMOÇÃO DE IMOBILIÁRIOS.....	48
3.4.3.	PROJETO / CONCEÇÃO	48
3.4.4.	CONSTRUÇÃO / OBRA	48
3.4.5.	GESTÃO DE ATIVOS	49

4 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS E PROPRIEDADES 51

4.1.	INTRODUÇÃO.....	51
4.2.	NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO	51
4.2.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	51
4.2.2.	PRIMEIRO NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO.....	51
4.2.3.	SEGUNDO NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO	52
4.2.4.	TERCEIRO E QUARTO NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO	54
4.3.	ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS E DAS RESPETIVAS PROPRIEDADES	56
4.3.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	56
4.3.2.	QUADROS DOS PRODUTOS E ESPECIFICAÇÕES DOS PARÂMETROS.....	57

5 IMPLEMENTAÇÃO NO SOFTWARE REVIT DO CASO DE ESTUDO 69

5.1.	INTRODUÇÃO.....	69
5.1.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O SOFTWARE.....	69
5.1.2.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O HARDWARE UTILIZADO.....	69
5.2.	AMBIENTE REVIT, TEMPLATES, OBJETOS E FAMÍLIAS	70
5.2.1.	GENERALIDADES DO REVIT	70
5.2.2.	TEMPLATES.....	70
5.2.3.	ÁREA DE TRABALHO.....	70
5.2.4.	OBJETOS	71
5.2.5.	FAMÍLIAS DE OBJETOS	71
5.3.	IMPLEMENTAÇÃO DOS DADOS EM REVIT.....	72
5.4.	MODELAÇÃO	72
5.4.1.	INTRODUÇÃO.....	72
5.4.2.	PERFIS OCOS SOLDADOS	73
5.4.3.	ELEMENTOS EM PAREDES: TIJOLO, REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS.	75
5.4.4.	PORTA EXTERIOR.....	77
5.4.5.	VIDRO LAMINADO E VIDRO LAMINADO DE SEGURANÇA.....	80
5.4.6.	CONCLUSÕES PRINCIPAIS DA MODELAÇÃO EM REVIT	82

6 ANÁLISE CRÍTICA E ENQUADRAMENTO DA INFORMAÇÃO NOS USOS BIM ADOTADOS 83

6.1.	INTRODUÇÃO.....	83
6.1.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	83
6.1.2.	ENQUADRAMENTO NO CASO DE ESTUDO	83
6.2.	ANÁLISE DOS PARÂMETROS	83
6.2.1.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	84
6.2.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS	84
6.2.3.	DETALHES ACERCA DA COMPOSIÇÃO	84
6.2.4.	CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO	84
6.2.5.	CONDIÇÕES DE EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO	85
6.2.6.	CATEGORIAS DIVERSAS	85
6.3.	ENQUADRAMENTO NOS USOS BIM.....	86
6.3.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	86
6.3.2.	PERFIS OCOS SOLDADOS	86

6.3.3.	TIJOLO CERÂMICO	88
6.3.4.	TIJOLO DE VIDRO.....	89
6.3.5.	PORTA EXTERIOR	90
6.3.6.	REVESTIMENTOS CERÂMICOS COLADOS.....	91
6.3.7.	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E ARGAMASSA DE REBOCO.....	92
6.3.8.	VIDRO LAMINADO E VIDRO LAMINADO DE SEGURANÇA	92
6.3.9.	TINTA PARA PAREDES E TETOS INTERIORES.....	93
6.3.10.	CONCLUSÕES ACERCA DAS ATRIBUIÇÕES DAS PROPRIEDADES.....	94

7	CONCLUSÃO.....	95
7.1.	CONCLUSÕES GERAIS	95
7.2.	A INFORMAÇÃO TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO	95
7.3.	CONTEXTUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO EM USOS BIM.....	96
7.4.	CONCLUSÕES DA MODELAÇÃO EM REVIT	96
7.5.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	96

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
----------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Diagrama em árvore representativo do método CSG (Zhou, 2018).....	22
Fig. 2.2 - Representação em 3D usando métodos BREP (Marshall, 1997).	22
Fig. 2.3 - Ambiente de trabalho com várias vistas no software Revit (Autor).	24
Fig. 2.4 - Níveis de Maturidade BIM (adaptado).	25
Fig. 2.5 - Níveis de maturidade segundo Succar (2013).	26
Fig. 2.6 - Exemplo de modelação de um objeto (forno de cozinha), e as suas características físicas e funcionais (BIM&CO, 2019).....	27
Fig. 2.7 - Descrição do processo construtivo corrente em Portugal segundo a Portaria 701-H/2008..	30
Fig. 2.8 - Resumo das principais funcionalidades do ProNIC® (ProNIC, 2015).....	37
Fig. 2.9 - Símbolo da marcação CE.	37
Fig. 2.10 - Resumo da metodologia de implementação (Succar e Kassem, 2015).....	38
Fig. 2.11 - Modelo de áreas de difusão (Succar e Kassem, 2015).....	39
Fig. 2.12 - Modelo de dinâmicas de difusão (Succar e Kassem, 2015).....	40
Fig. 2.13 - Modelo de ações políticas (Succar e Kassem, 2015).....	40
Fig. 2.14 - Modelo representativo das responsabilidades fundamentais para a adoção do Macro-BIM (Succar e Kassem, 2015).....	41
Fig. 3.1 - Localização da cafetaria/restaurante (a vermelho) no mapa do <i>campus</i> da FEUP.	44
Fig. 3.2 - Vista 3D do modelo da cafetaria (Software: Revit®).	44
Fig. 3.3 - Planta de arquitetura em formato CAD do piso 0.	45
Fig. 3.4 - Colaboração tradicional vs. Colaboração BIM.....	46
Fig. 3.5 - Esquema da metodologia abordada.	47
Figura 5.1 - Área de trabalho padrão do Revit®.	71
Fig. 5.2 - Janela de propriedades da uma parede genérica no Revit®.	72
Fig. 5.3 - Secção e vista 3D do perfil modelado em Revit®.	73
Fig. 5.4 - Janela de edição dos <i>shared parameters</i> , evidenciando os grupos e parâmetros da categoria de características gerais (Revit®).	74
Fig. 5.5 - Propriedades do objeto modelado no projeto.....	75
Fig. 5.6 - Estrutura da Parede Interior.....	76
Fig. 5.7 - Menu de edição dos materiais, aba das propriedades térmicas (Revit®).....	77
Fig. 5.8- Planta da Porta, incluindo algumas das dimensões parametrizadas (Revit®).....	78
Fig. 5.9 - Vista exterior e em planta da porta exterior, no Revit®.	79
Fig. 5.10 - Parâmetros da porta no Revit® (agrupado).....	79
Fig. 5.11 - Pormenores gráficos da porta e dos respetivos elementos (Revit®).	80
Fig. 5.12 - Visto do envidraçado no modelo em Revit®.....	80
Fig. 5.13 - Plantas, vistas e cortes em AutoCAD.	81
Fig. 5.14 - Janela de propriedades de uma <i>Curtain Wall</i> no Revit®.....	82

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Sistemas internacionais de classificação e respetivas regiões de origem.	31
Quadro 2.2 - Listagem de Quadros de classificação de Uniclass 2015.	32
Quadro 2.3 - Listagem de Quadros de classificação de OmniClass.	33
Quadro 2.4 - Listagem de Quadros de classificação de UniFormat.	33
Quadro 2.5 - Divisões do sistema MasterFormat®.	34
Quadro 2.6 - Sistemas de classificação de informação portugueses.	35
Quadro 3.1 - Elementos de projeto escritos disponibilizados.	45
Quadro 4.1 - Capítulos principais da classificação do ProNIC®.	52
Quadro 4.2 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de estruturas metálicas.	53
Quadro 4.3 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de paredes.	53
Quadro 4.4 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de elementos de serralharia.	53
Quadro 4.5 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de revestimentos e acabamentos.	54
Quadro 4.6 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de vidros e espelhos.	54
Quadro 4.7 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de pinturas e envernizamentos.	54
Quadro 4.8 - Origens dos parâmetros dos produtos adotados.	55
Quadro 4.9 - Produtos abordados no caso de estudo e as respetivas designações das suas ocorrências nos documentos do projeto.	56
Quadro 4.10 - Designação das unidades utilizadas.	57
Quadro 4.11 - Propriedades relativas a Perfis Ocos Soldados.	58
Quadro 4.12 – Propriedades relativas ao tijolo cerâmico.	60
Quadro 4.13 - Propriedades relativas ao tijolo de vidro.	61
Quadro 4.14 - Propriedades relativas à porta exterior.	62
Quadro 4.15 - Propriedades relativas a revestimentos cerâmicos colados.	63
Quadro 4.16 - Propriedades relativas a argamassa de assentamento.	65
Quadro 4.17 - Propriedades relativas a argamassas de reboco.	66
Quadro 4.18 - Propriedades relativas ao vidro laminado e vidro laminado de segurança.	67
Quadro 4.19 - Propriedades relativas a tintas para paredes e tetos interiores.	68
Quadro 5.1 - Descrição no projeto da parede a modelar.	76
Quadro 6.1 – Distribuição das propriedades nos usos BIM de um perfil metálico estrutural (Associar com Quadro 4.11).	87
Quadro 6.2 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de um tijolo cerâmico (Associar com Quadro 4.12).	89
Quadro 6.3 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de um tijolo de vidro (Associar com Quadro 4.13).	90
Quadro 6.4 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de uma porta exterior (Associar ao Quadro 4.14).	91

Quadro 6.5 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de revestimentos cerâmicos colados (Associar com Quadro 4.15).....	92
Quadro 6.6 - Distribuição das propriedades nos usos BIM relativas aos vidros laminados e vidros laminados de segurança (Associar com Quadro 4.18).	93
Quadro 6.7 - Distribuição das propriedades nos usos BIM relativas às tintas para paredes e tetos interiores (Associar com Quadro 4.19).....	94

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

CAD – Computer Aided Design

CSG – Constructive Solid Geometry

BREP – Boundary Representation

BIM – Building Information Modelling

BDS – Building Description System

IFC – Industry Foundation Classes

COBie – Construction Operations Building information exchange

LOD – Level of Development

LOI – Level of Information

AIA – American Institute of Architects

MEP – Mechanical Electrical and Plumbing

ISO – International Organization for Standardization

AEC – Arquitetura Engenharia e Construção

ProNIC® - Protocolo para a normalização da informação técnica na construção

CE – Conformité Européenne

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

NP – Norma Portuguesa

EN – European Normalization

NBS – National Building Specification

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO DA DISSERTAÇÃO

A construção marca a Humanidade e a evolução das civilizações desde os seus primórdios até aos dias de hoje. A construção está presente e associada ao progresso cultural, e aparece como uma das mais antigas formas de património, manifestando-se nas mais diversas formas ao longo do tempo, podendo ter um carácter funcional, artístico, bélico e religioso.

Atualmente, apesar de manter a mesma posição de importância, a indústria da construção não sentiu o desenvolvimento tecnológico da uma forma tão rápida como outras indústrias. Devido à larga escala na qual o setor da construção atua, quer em termos funcionais quer económicos dos países, os desperdícios tendem a ser naturalmente grandes. Desta forma, o setor da construção civil atravessa atualmente uma fase em que se exige a adoção de novos métodos que permitam dar resposta a algumas das suas ineficiências. Além disso, fenómenos atuais associados à globalização levam a que as empresas do setor se tornem cada vez mais competitivas, sendo a adoção de novas metodologias de trabalho cada vez mais importantes para a sua sobrevivência no mercado atual.

O desenvolvimento tecnológico verificado nas últimas décadas influencia toda a indústria, e pode dar as ferramentas necessárias ao setor da construção civil para dar resposta a algumas das suas ineficiências. O aparecimento do computador aparece como um dos principais marcos históricos tecnológicos da história recente, e permite atualmente através de *softwares*, dar um apoio fundamental a todo o processo construtivo. De entre as várias teorias e métodos baseados no uso de *softwares* na construção, as metodologias BIM têm ganho relevância nos últimos anos e promete revolucionar o mercado da construção. Existem, porém, alguns obstáculos na implementação destas metodologias, relacionadas com questões que transcendem o uso de *softwares*.

As metodologias de trabalho BIM visam a criação de um ambiente mais colaborativo e comum às várias entidades envolvidas no processo construtivo, de modo a que haja eficiência da transmissão da informação através das várias etapas, reduzindo assim o número de desperdícios e perdas de informação, que acarretam tempo e custos adicionais. O uso destas metodologias permite uma maior qualidade na fase de projeto, através da criação de modelos de objetos ricos em informação. Porém, o BIM tem também potencialidades que afetam positivamente todo o processo construtivo, desde a fase de conceção até à fase de utilização de um determinado empreendimento.

1.2. MOTIVAÇÃO

A aplicação de metodologias BIM destaca-se de outros métodos de trabalho pela quantidade e qualidade de informação que lhe está associada. Sendo esta informação uma das bases do BIM, deve objetivar-se o seu aperfeiçoamento no contexto da construção.

A necessidade do aprimoramento da informação na construção surge assim como o fator principal que motivou a realização da presente dissertação. Este assunto assume-se, no entanto, com uma elevada

complexidade, tanto ao nível de detalhe, como ao nível de organização, proporcionando assim um enorme desafio.

1.3. ÂMBITO E OBJETIVOS

A presente dissertação surge da necessidade de compreender algumas problemáticas do BIM ao nível da informação, ainda pouco desenvolvidas no contexto nacional. Este trabalho foi elaborado no âmbito da unidade curricular “Dissertação em Construções”, que visa a obtenção do grau de mestre em engenharia civil no ramo de “construções civis” pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

A adoção de metodologias BIM tem vindo a ganhar cada vez mais importância na indústria da construção, verificando-se no contexto nacional um atraso relativamente a outros países que já se encontram com um nível de maturidade de implementação mais desenvolvido. O BIM encontra-se naturalmente muito dependente da qualidade da informação disponível, nomeadamente da informação técnica na construção.

A presente dissertação tem como objetivo explorar a informação técnica na construção, procurando numa fase inicial perceber de que maneira esta se organiza consoante o nível de detalhe, sendo numa fase posterior feita uma distribuição dessa informação em diversas fases e usos no processo construtivo. Na ótica da informação direcionada para a modelação, é também efetuada uma implementação em *softwares* de modelação, de modo a testar o programa quanto à informação que consegue sustentar.

A organização da informação constitui um dos problemas a nível nacional pela falta de um sistema explícito de classificação da informação na construção, bem como a falta de bibliotecas de informação devidamente especificadas.

A contextualização da informação no processo construtivo é uma tarefa nuclear a partir do ponto em que se pretendem adotar estratégias e metodologias de trabalho BIM, e desta forma, devido aos vários obstáculos de implantação especialmente a nível nacional, torna-se uma tarefa de elevado interesse em realizar.

A aplicabilidade da informação em *softwares* de modelação permite verificar até que ponto a informação pode ser incorporada em modelos, e que tipos de *outputs* esses *softwares* são capazes de produzir com a informação que lhes é introduzida, de modo a poder dar apoio ao processo construtivo e colmatar as ineficácias que lhe estão presentemente associadas.

Resumidamente, podem-se assim assumir como ponto chave da presente dissertação a exploração de problemáticas associadas à organização e distribuição da informação técnica na construção em diversos campos de aplicabilidade no processo construtivo.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é composta por sete capítulos:

No **primeiro Capítulo** é feito um enquadramento da temática abordada ao longo da dissertação, envolvendo as problemáticas que estimularam o desenvolvimento do tema, bem como os objetivos que se pretendem alcançar.

O **segundo Capítulo** apresenta-se o estado de arte, que pretende, de uma forma mais desenvolvida enquadrar o tema, abordando e analisando conceitos que permitem uma melhor compreensão do tema e do caso de estudo. Além disso, pretende-se também neste capítulo analisar e perceber em que ponto de evolução se encontram as áreas e os conceitos que serão abordados e que fazem parte do tema da dissertação.

No **terceiro Capítulo** é apresentado o caso de estudo, onde é feito um enquadramento do mesmo na temática da dissertação, bem como os elementos que servem de base de informação para o desenrolar da tese. Além disso, também é feita uma abordagem da metodologia bem como a justificação da sua adoção.

No **quarto Capítulo** é exposta a informação detalhada acerca de vários elementos construtivos presentes no caso de estudo, bem como a sua organização e classificação. Este capítulo explora inicialmente as origens da informação adotada e a justificação da sua escolha, sendo posteriormente apresentada a informação classificada, detalhada e categorizada.

No **quinto Capítulo** é feita a transposição da informação exposta no capítulo anterior num *software* de modelação, o *Revit*®, sendo para isso modelados de raiz os elementos construtivos sob forma de famílias de objetos, acompanhada de uma análise na qual se pretende perceber até que ponto e de que maneira o *software* consegue abarcar e utilizar a informação inserida dentro das suas capacidades.

No **sexto Capítulo** é introduzida uma análise crítica acerca da classificação e organização, bem como o conteúdo da informação estudada para os diferentes elementos construtivos abordados. Para além disso, é feito um enquadramento e contextualização da informação para os possíveis usos de diferentes intervenientes no processo construtivo.

No **sétimo Capítulo** finaliza-se a dissertação, sendo expostas as principais conclusões acerca do trabalho realizado, e de que maneira se conseguiu dar resposta aos objetivos iniciais propostos. É feita também uma abordagem de temáticas que podem constituir eventuais trabalhos de desenvolvimento futuros, enquadrados na área de trabalho da presente dissertação.

2

ESTADO DE ARTE

2.1. ABORDAGEM HISTÓRICA

2.1.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA E SOFTWARES CAD 2D

A construção envolve desde o seu início histórico elevadas quantidades de recursos. Devido a esse fator, as preocupações com a organização, planeamento e visualização da construção sempre foram alvo de estudo de modo a otimizar os recursos envolvidos, e consequentemente, todo o processo construtivo.

Desde os primórdios da construção se tentaram encontrar novas formas de projetar e planejar o ambiente a construir, condicionadas pelas tecnologias contemporâneas disponíveis. Deste modo, depois da invenção do primeiro computador digital eletrónico em 1946, apenas se teve que esperar pouco mais de uma década para o surgimento do primeiro *software* CAD denominado PRONTO, lançado por Patrick Hanratty em 1957, que é a base de todos os *softwares* de CAD. Porém, a grande revolução de *softwares* de desenho em 2D ocorre no início da década de 80, quando a empresa norte-americana Autodesk® lança o inovador programa AutoCAD, ainda utilizado em diversas áreas atualmente (Caudill, 2018).

2.1.2. REPRESENTAÇÃO 3D

A representação gráfica em 3D, também conhecida como modelação tridimensional é o processo de desenvolvimento de uma representação matemática de qualquer superfície tridimensional de um objeto. Este método de representação está marcado pelo surgimento dos métodos *constructive solid geometry* (CSG) e *boundary representation* (BREP) nas décadas de 1970 e 1980.

Os métodos CSG funcionam à base de combinações de sólidos em operações matemáticas simples como união, interseção e diferença. Estas operações são também designadas como *boolean operations* em honra ao matemático inglês George Boole. O processo inicia-se com a associação de sólidos primitivos como cubos, esferas e cilindros, e após as várias operações entre objetos chega-se ao objeto desejado (Ghali, 2008).

Para além da combinação destes sólidos primitivos, é também possível posteriormente a associação de grupos de objetos, permitindo assim a criação de objetos de elevada complexidade. Este tipo de representação é utilizado por diversos *softwares*, tendo como finalidade a criação de modelos tridimensionais.

Na Figura 2.1 encontra-se esquematizado o método CSG, onde se exemplificam as combinações de objetos, desde os primitivos até ao objeto final, através de operações de interseção (\cap), união (\cup) e diferença (\setminus).

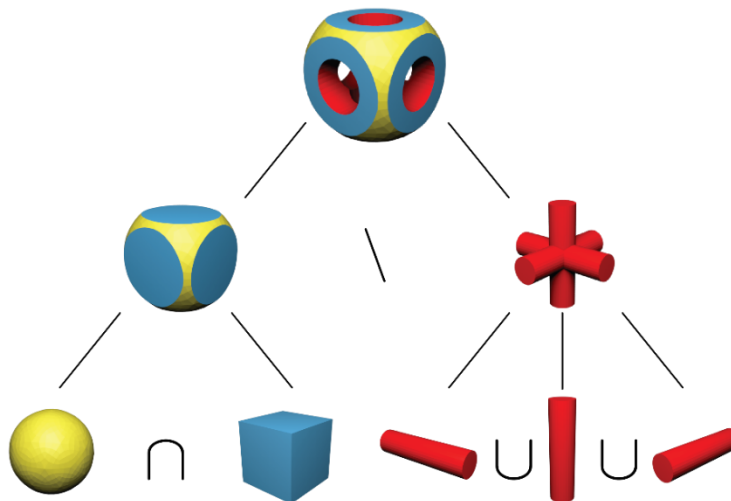


Fig. 2.1 – Diagrama em árvore representativo do método CSG (Zhou, 2018).

Por outro lado, o método de representação BREP, muitas vezes também abreviado como B-rep, faz a representação geométrica com base em faces, arestas e vértices. Na Figura 2.2, está ilustrada uma representação baseada em BREP, onde se encontram representadas as posições das faces, arestas e vértices.

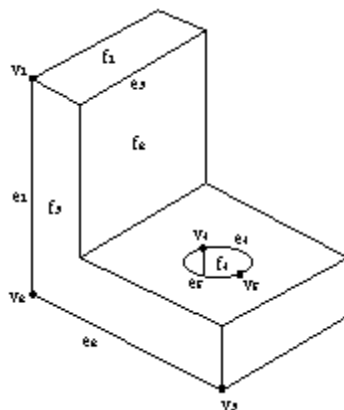


Fig. 2.2 - Representação em 3D usando métodos BREP (Marshall, 1997).

2.1.3. EVOLUÇÃO DO BIM

Os indícios do que atualmente são metodologias BIM são contemporâneos à criação dos primeiros softwares CAD, sendo que no início da década de 1960 o engenheiro informático Douglas Carl Engelbart, pioneiro do desenvolvimento dos primeiros computadores, aborda no seu artigo *Augmenting Human Intellect* uma visão inovadora na qual sugere a ideia de modelação baseada em objetos, modelação paramétrica a bases de dados comuns (Goubau, 2017).

Em 1975, Charles Eastman lança num artigo um protótipo chamado *Building Description System* (BDS), onde discute ideias de modelação paramétrica e representações 3D com uma base de dados integrada para análises visuais e quantitativas. O BDS foi um dos primeiros projetos da história do BIM a criar com sucesso uma base de dados de um edifício onde objetos individuais de uma biblioteca podem ser adicionados e retirados ao modelo. Eastman adiantou ainda que esta metodologia permitia uma maior eficiência na análise e elaboração do projeto, bem como uma redução do seu custo em mais de 50% (Goubau, 2017).

Em 1982 começa a ser desenvolvido pela empresa húngara *Graphisoft* o software *ArchiCAD*, que viria a ser lançado em 1987 e foi revolucionário na medida em que tinha a capacidade de armazenar grandes quantidades de informação dentro de um modelo 3D. Este é reconhecido como o primeiro *software* BIM disponível para computador pessoal (Quirk, 2012).

As ideias e as bases do BIM que hoje conhecemos já estavam então descobertas, no entanto, o termo BIM – *Building Information Modelling* é usado pela primeira vez apenas em 1992 num artigo publicado por Van Nederveen e Tolman na revista *Automation in Construction* (Goubau, 2017).

No final do século XX, em 1995 é introduzido o formato de ficheiro IFC (*Industry Foundation Classes*), que permite a retenção e troca de dados entre diferentes *softwares*. Atualmente este formato é suportado por cerca de 150 *softwares*, e é fulcral no que toca à interoperabilidade, indispensável na construção que é cada vez mais colaborativa (McPartland, 2017).

Em 2000 surge o *Revit*®, *software* que seria adquirido pela *Autodesk* em 2002. Esta plataforma de trabalho BIM é muito usada atualmente e destaca-se pelas suas potencialidades de modelação, visualização de modelos, interoperabilidade e colaboração.

De entre outras ferramentas BIM, é de notar o aparecimento do *software* *Navisworks* em 2001, que viria também a ser adquirido pela *Autodesk* em 2007. O *Navisworks* permite abrir e combinar modelos 3D, navegar em tempo real e efetuar uma revisão do modelo usando um conjunto variado de ferramentas. Além disso, permite a deteção de choques (*clash detection*), renderizações e simulações 4D.

2.2. O CONCEITO DE BIM

2.2.1. INTRODUÇÃO

O BIM (*Building Information Modelling*), segundo a instituição *National BIM Standard–United States*, é uma representação digital de características físicas e funcionais de uma infraestrutura, representando uma base de informação partilhada e viável para tomada de decisões durante todo o ciclo de vida da infraestrutura, desde a conceção do projeto até à sua demolição (NIBS, 2019).

O BIM deve ser visto, no entanto, de uma forma mais abrangente do que uma simples representação digital, deve ser visto como toda uma metodologia de trabalho que envolve um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem a colaboração de todas as partes envolvidas na conceção e utilização da infraestrutura.

Os *softwares* de metodologia BIM permitem a elaboração de modelos de representação digital paramétrica, compostos por objetos ricos em informação. No modelo é possível gerir toda a informação nele contida, podendo esta ser extraída para o uso dos vários intervenientes no processo construtivo.

Estes *softwares* permitem a manipulação do modelo a três dimensões, onde é possível criar vistas, cortes e alçados. Uma das grandes vantagens deste tipo de modelação é que se pode trabalhar separadamente numa determinada vista ou corte, e modificando as características de determinados objetos, todo o modelo é atualizado. Para além disso, estas plataformas permitem a criação e edição de objetos com as propriedades desejadas, que podem ser posteriormente adicionadas a um modelo.

Na Figura 2.3 encontra-se o ambiente de trabalho de um software com essas capacidades, o *Revit*®, onde se encontram várias vistas que correspondem a vários planos de trabalho.

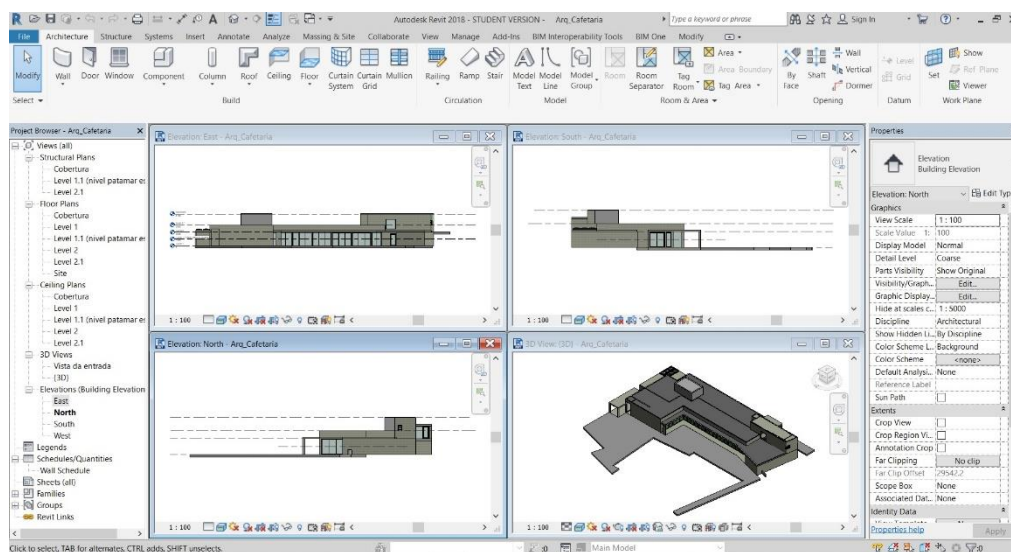


Fig. 2.3 - Ambiente de trabalho com várias vistas no software Revit (Autor).

2.2.2. DIMENSÕES DO BIM

Como já dito anteriormente, a metodologia de trabalho BIM estende-se a todo o ciclo de vida do edifício, por isso é necessária uma elevada complexidade e diversidade de informação nos modelos. São atualmente reconhecidas, desde a usual terceira dimensão (3D) até uma sétima dimensão (7D) para um modelo BIM, sendo que cada uma delas representa um conjunto de funcionalidades.

A dimensão 3D é a mais comum e familiar dimensão do BIM, e corresponde ao processo de criação de informação gráfica e não gráfica de um modelo. A informação contida no modelo já pode ser partilhada num ambiente onde as várias partes do projeto estão envolvidas, de modo a efetuar verificações do modelo, tal como a conformidade com requisitos e normas e deteção de colisões geométricas (*clash detection*) (Redação, 2018).

A quarta dimensão (4D) acrescenta ao modelo 3D uma linha de tempo, que permite o planeamento de construção. O facto de ser possível visualizar e simular o cronograma da obra apresenta diversas vantagens: confere uma maior precisão sobre a quantidade de cada serviço a ser executado, permite a simulação de cenários e auxilia a definição do planeamento (Nakamura, 2014).

A acoplação de informações de planeamento ao modelo gráfico permite a simulação do processo de construção, e fazer projeções do estado da infraestrutura em qualquer altura, para além de fornecer uma visão assertiva do ambiente construído dia a dia. Revela fontes de potenciais problemas e possíveis melhorias no cronograma de obra, localização de equipamentos, conflitos no espaço e problemas de segurança (Eastman et al., 2008).

A quinta dimensão (5D) acrescenta a variável de custos ao modelo com as competências das dimensões anteriores, e tem como principal potencialidade o planeamento de custos. Esta funcionalidade permite fazer estimativas de custos em tempo real, bem como criar listas precisas de quantidades e custos. Com o BIM 5D pode-se facilmente comparar o tempo de execução e os custos totais de várias alternativas em termos de materiais e tecnologia, que pode promover a otimização do custo total do investimento (Czmoch e Pękala, 2014).

A sexta dimensão (6D) está relacionada com a sustentabilidade. Esta funcionalidade permite a realização de análises de consumo energético, podendo-se obter desta forma estimativas energéticas precisas

durante a elaboração do projeto, e também o estudo de possibilidades que permitam a redução dos consumos energéticos durante o ciclo de vida do edifício.

A sétima dimensão (7D) está associada à gestão da infraestrutura durante o seu período de utilização, e dá apoio áquilo que é a gestão de ativos, ou *facility management*. Esta funcionalidade do BIM permite então a gestão tendo por base o modelo. A visualização e simulação de alternativas apresenta-se assim como uma das principais vantagens, para além da gestão do espaço, elaboração de planos de manutenção e controlo de custos, prazos e garantias.

2.2.3. NÍVEIS DE MATURIDADE DO BIM

Em organizações que trabalham num ambiente BIM, existem vários níveis de maturidade que se definem pelo tipo de informação contida, ideologia de trabalho e colaboração e estão hierarquizados em quatro níveis, do nível 0 ao nível 3 (Figura 2.4). À medida que se passa para um nível superior, aumenta a interoperabilidade, que é requerida devido ao aumento de informação que não se pode perder de nível para nível. (Imoudu Enebuma et al., 2014)

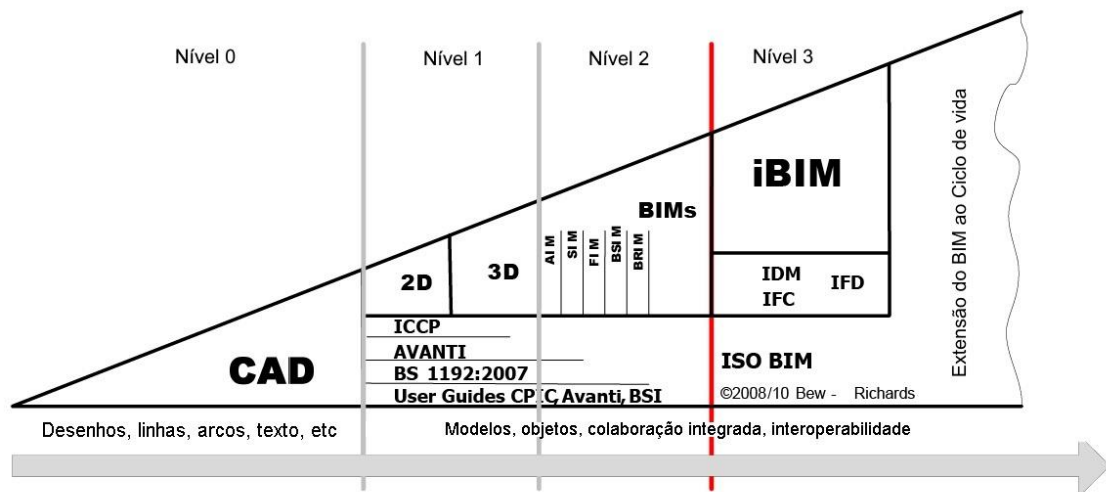


Fig. 2.4 - Níveis de Maturidade BIM (adaptado).

O esforço requerido de passagem entre os níveis aumenta drasticamente de nível para nível pois os dados de entrada tornam-se cada vez mais específicos e são necessárias uma colaboração e transparência cada vez maiores entre as várias equipas de trabalho (Eastman et al., 2008).

Nível 0: Pré-BIM – É caracterizado pela representação da informação em 2D, e a interpretação de um modelo poderá acontecer apenas pela conjugação de várias representações. Neste nível, a informação é independente, e a colaboração é quase inexistente. Nestas condições, a indústria apresenta normalmente um baixo investimento em tecnologia e um défice de interoperabilidade (Pontes, 2016).

Nível 1: Modelação – É na modelação que se dá início à metodologia BIM. Nesta fase de implementação é criado um modelo de representação 3D com informação paramétrica associada. Apesar de este modelo poder ser uma fonte de informação para diferentes indivíduos, a colaboração é ainda inexistente (Pontes, 2016).

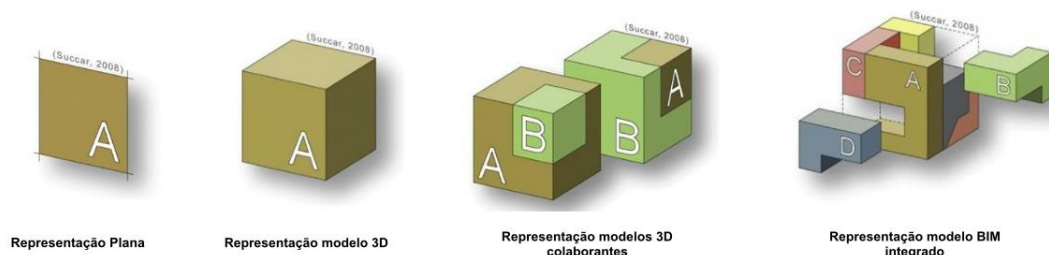


Fig. 2.5 - Níveis de maturidade segundo Succar (2013).

Nível 2: Colaboração – A colaboração surge no seguimento da modelação, e do potencial da informação que os modelos apresentam. A colaboração pode definir-se como a capacidade de diferentes especialidades associadas a um determinado empreendimento partilharem informação e trabalhar sobre o mesmo modelo, em diferentes fases do ciclo de vida.

A utilização de um modelo comum e partilha de dados implica ainda o uso do mesmo software ou a adoção de ficheiros IFC ou COBie como formatos base de troca de informação (Pontes, 2016). A comunicação entre os vários intervenientes é ainda algo forçada e pouco fluída, e tende a desaparecer em fases mais avançadas do empreendimento.

Nível 3: Integração – Depois da implementação da colaboração na metodologia de uma organização, fica a faltar, para a completa adoção do conceito BIM, a integração da informação, através de todos os intervenientes e durante todo o período do empreendimento. A integração permite uma comunicação fluída e associada, comum e atualizada, exponenciando a uniformidade do empreendimento entre todas as suas vertentes (Pontes, 2016).

Apenas neste nível de maturidade se podem potenciar todas as vantagens que o BIM oferece, sendo então necessária toda uma integração da informação, que ligue todas as entidades, durante todo o processo construtivo, com a colaboração e interoperabilidade excelentes.

2.2.4. NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO - LOD

O nível de desenvolvimento (LOD – *level of development*) é um conceito que caracteriza um modelo de acordo com o nível de detalhe e informação que lhe é intrínseco. Através do LOD é possível especificar com clareza um modelo de acordo com o seu nível de conteúdo e confiabilidade (BIMForum, 2018).

Esta classificação permite uma maior articulação e comunicação entre os vários modelos e autores, já que desta maneira se pode mais rapidamente estimar as utilidades e limitações de cada modelo, para além de que permite a definição de uma linha de trabalho comum e constante ao longo de todo o projeto.

Dentro do conceito LOD podem identificar-se dois conceitos secundários, o nível de detalhe (*level of detail*) e o nível de informação (*level of information*). O primeiro incide sobre o detalhe gráfico, enquanto que o segundo representa a quantidade e qualidade de informação que lhe está associada.

A especificação LOD foi introduzida pelo *American Institute of Architects* (AIA) e classifica os modelos em cinco níveis, com crescente desenvolvimento: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 e LOD 500.

A especificação do BIMForum, lançada em setembro de 2018, apresenta uma classificação semelhante, porém admite um nível intermédio entre o LOD 300 e o LOD 400, o LOD 350, e não usa especificações

para o LOD 500, apesar de admitir a sua existência. Este documento apresenta especificações detalhadas para uma variedade de objetos e disposições construtivas, que permitem assim estimar o nível de detalhe de um modelo.

Estas classificações podem ser relacionadas com várias etapas no processo construtivo e usadas como referências que permitem uma melhor colaboração em cada fase.

O LOD 100 corresponde ao nível de desenvolvimento mais baixo, representando apenas a existência de um objeto, sendo pouco precisa a forma, tamanho e localização. Este nível de detalhe é usado sobretudo para replaneamento e estudos de viabilidade.

No LOD 200 os modelos são representados como sistemas genéricos, sendo as quantidades, tamanhos, formas, localizações e orientações aproximadas.

O LOD 300 refere-se ao nível no qual o modelo já se encontra definido de forma precisa e detalhada acerca da sua geometria e quantidades. Informações acerca das propriedades do modelo também já devem estar incluídas.

O LOD 400 corresponde ao nível de desenvolvimento no qual se acrescenta, para além das características detalhadas de quantidades e geometrias assinaladas pelo LOD 300, detalhes de informação que permitem a produção de documentos a partir do trabalho efetuado em BIM.

O LOD 500 é o nível máximo de desenvolvimento, pelo que toda a informação digital deve ser totalmente realista, contendo toda a informação gráfica e não gráfica. Este nível de desenvolvimento é o indicado para efeitos de manutenção.

Para além destes níveis, existe ainda uma especificação intermédia para o LOD 350, usado para estabelecer a coordenação entre diferentes especialidades, como no caso de deteção de conflitos (Latiffi et al., 2017).

2.2.5. OBJETOS PARAMÉTRICOS

Um objeto paramétrico é caracterizado pela presença de parâmetros que permitem armazenar informação gráfica, não gráfica e documentação de um componente (Figura 2.6), bem como a capacidade de os gerir e modificar (IGI, 2019).

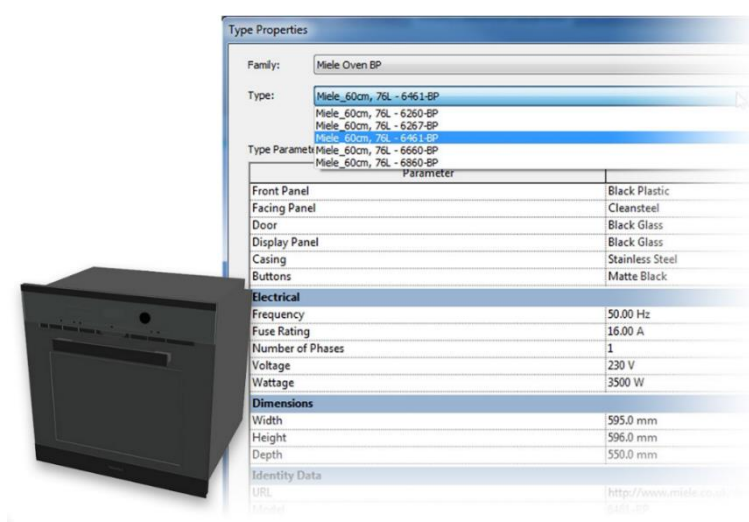


Fig. 2.6 - Exemplo de modelação de um objeto (forno de cozinha), e as suas características físicas e funcionais (BIM&CO, 2019).

Os objetos paramétricos permitem uma modelação paramétrica, base da modelação BIM. Na Figura 2.6 pode observar-se parte da informação gráfica e não gráfica de um objeto paramétrico no software *Revit*®. A modelação BIM assenta na metodologia de criação, gestão e modificação de vários objetos paramétricos que constituem assim um modelo.

2.2.6. INTEROPERABILIDADE

A metodologia BIM exige um elevado nível de colaboração, e o próprio processo construtivo envolve várias especialidades que trabalham muitas vezes em ambientes distintos. Como o cruzamento e partilha de informação é recorrente, especialmente na fase de elaboração do projeto, é importante a existência de compatibilidade dessa informação, surgindo a necessidade da interoperabilidade.

A interoperabilidade pode definir-se como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informação entre si. No contexto do BIM, a partilha de informação entre colaboradores está dependente da interoperabilidade dos seus sistemas. Como se trata de uma metodologia de colaboração avançada, materializada na centralização e compatibilização de todas as especialidades num só modelo, aumentam as exigências a nível dos requisitos de interoperabilidade (Monteiro, 2011).

Em termos de software, o termo é utilizado para descrever a capacidade de diferentes programas trocarem informação entre si. Neste campo é de salientar a importância do formato de ficheiros IFC (*Industry Foundation Classes*). O IFC funciona como uma ponte que permite a transmissão de dados entre *softwares*, armazenando informação extraída da fonte num formato neutro, posteriormente associada aos respetivos dados do modelo recetor.

2.3. FERRAMENTAS BIM

O BIM tem como base modelos criados por *softwares*, produtos que requerem um investimento considerável, bem como um *hardware* capaz de correr esses programas. Existem vários *softwares* para o efeito, dependendo da especialidade, aos quais também se podem juntar *add-ons* que permitem adicionar funcionalidades mais específicas.

Existem atualmente várias ferramentas BIM no mercado, muitas delas derivando dos principais vendedores de softwares CAD. Entre os principais vendedores destes produtos podem identificar-se três principais, a *Autodesk* (<http://autodesk.com/>), a *Bentley Systems* (<https://bentley.com/>) e a *Graphisoft* (<https://www.graphisoft.com/>).

Em termos de produtos, o que mais se destaca atualmente é o *Revit*, software da empresa *Autodesk*, que conta com o *Revit Architecture*, *Revit Structure* e o *Revit MEP*, e destaca-se pela sua enorme versatilidade. Permite a importação e exportação em diferentes formatos, contém uma extensa biblioteca de objetos e possui várias interfaces para a realização de análises e simulações.

2.4. ESTADO ATUAL DO BIM

2.4.1. VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS BIM

O BIM é uma metodologia de trabalho inovadora, que sendo corretamente aplicada traz consigo um vasto conjunto de benefícios. De salientar que, para que as vantagens do BIM sejam majoradas, é igualmente necessário um nível de maturidade e desenvolvimento elevado, bem como uma eficaz interoperabilidade.

Identificam-se assim as seguintes vantagens, de um modo geral, do uso de metodologias BIM no processo construtivo comparativamente a outros métodos mais tradicionais (Azhar, Hein e Sketo, 2008):

- Processos rápidos e eficientes – A informação pode ser partilhada, modificada e reutilizada de uma forma mais rápida;
- Eficiência do projeto – As várias propostas de projeto podem ser mais rigorosamente analisadas, possibilitando a realização de simulações, promovendo soluções inovadoras e mais eficientes;
- Controlo de custos – Possibilita uma maior precisão e compreensão da previsão de custos durante o ciclo de vida;
- Melhor qualidade de produção – A criação da documentação é mais facilmente produzida e automatizada;
- Melhor serviço ao cliente – Propostas são mais facilmente interpretadas pelo cliente, devido à precisa pré-visualização das ferramentas BIM;
- Informação do ciclo de vida – Requisitos, projeto, construção e informação operacional podem ser utilizadas na gestão durante o ciclo de vida.

2.4.2. OBSTÁCULOS, DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES DO BIM

A aplicação de metodologias BIM tem vindo a ganhar espaço no mercado da construção devido às vantagens que lhe estão associadas, porém este progresso tem encontrado algumas barreiras, contando também com a existência de desvantagens e limitações desta metodologia.

Uma das principais desvantagens está ligada ao custo elevado dos *softwares*, visto que os mais usados e evoluídos do mercado requerem subscrições anuais de milhares de euros, para além da necessidade de formação de pessoal qualificado para trabalhar com os mesmos. Estes dois fatores fazem com que algumas empresas não assumam uma metodologia de trabalho BIM por não conseguirem suportar tais custos.

A metodologia BIM trabalha em conjunto com diferentes especialidades, sendo consequente o uso de diferentes *softwares* pelas diferentes entidades. Devido a esta razão tendem a existir alguns problemas de comunicação e interoperabilidade de *softwares* entre as diferentes especialidades.

Uma outra limitação está relacionada com o tipo de hardware usado para o trabalho com os diferentes softwares BIM, que geralmente requerem computadores com boas especificações. A lógica BIM está relacionada com a criação, edição e visualização de modelos virtuais, ora todo este trabalho pode ser negativamente influenciado caso não exista um computador com requisitos à altura do software utilizado, verificando-se bloqueios e lentidão de processamento, que significam perdas de tempo e, consequentemente, custos.

2.5. BIM EM PORTUGAL

2.5.1. PROCESSO CONSTRUTIVO CORRENTE

Antes de iniciar a análise do estado de implementação do BIM em Portugal, é importante perceber as práticas atuais do processo construtivo. Tendo como base a Portaria 701-H/2008, estão descritas na Figura 2.7 as principais etapas do processo, que se encontram seguidamente mais detalhadas.

Este ciclo é iniciado naturalmente com a necessidade de construir. É o ponto de partida para qualquer empreendimento que o dono de obra pretenda realizar.

O Programa preliminar é a prática que se segue, e consiste num documento composto por: objetivos da obra; características gerais da obra; dados sobre localização do empreendimento; elementos topográficos, cartográficos e geotécnicos, bem como características da envolvente existentes; dados acerca do comportamento, funcionamento e exploração da obra, estimativa de custos e balizamento de

desvios; prazos para elaboração do projeto e execução da obra. Este documento é geralmente reunido pelo dono de obra para ser fornecido posteriormente aos autores do projeto para ser usado na próxima etapa.

O Programa Base é elaborado pelos autores do projeto a partir da informação contida no programa preliminar, permitindo ao dono de obra uma compreensão clara das soluções propostas pelo projetista. Este documento deverá conter a seguinte informação: esquema e programação das diferentes tarefas a

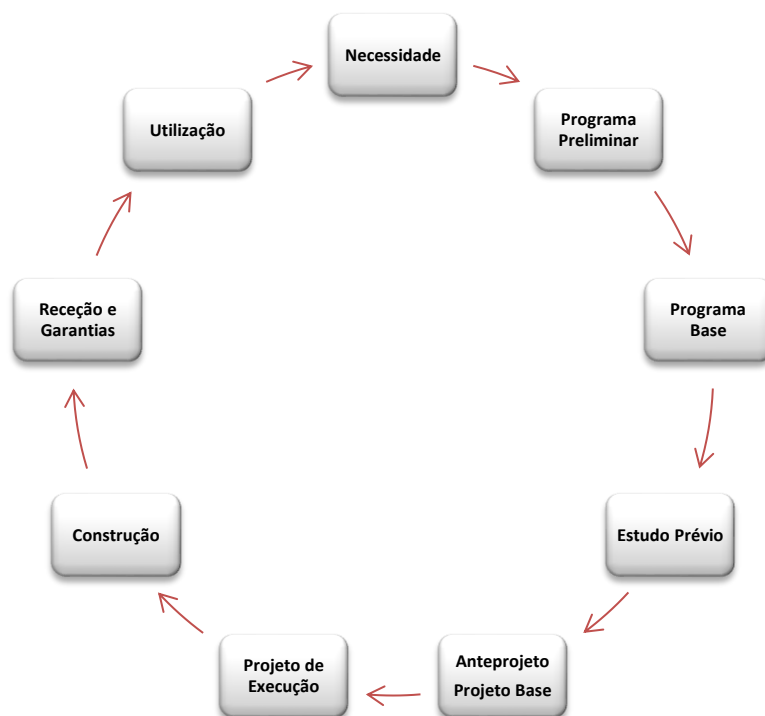


Fig. 2.7 - Descrição do processo construtivo corrente em Portugal segundo a Portaria 701-H/2008.

realizar; critérios gerais de dimensionamento; indicação dos principais condicionamentos relativos à ocupação da zona; peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos que permitam um estudo de viabilidade; estimativa geral do custo de obra; descrição geral das opções relacionadas com a fase de exploração; informação sobre a necessidade de obtenção de elementos, atividades e formalidades necessárias à elaboração do projeto.

No estudo prévio é feita uma análise mais profunda das soluções apresentadas no programa base, permitindo ao dono de obra uma melhor apreciação das mesmas. No seu conteúdo devem estar apresentadas peças desenhadas, quer à mão livre, peças em formato digital e mesmo maquetas, sendo elaborada também uma memória descritiva e justificativa.

O anteprojeto ou projeto base é a etapa que se encontra no seguimento do estudo prévio, na qual é desenvolvida e atualizada a solução aprovada. Nesta etapa, os documentos elaborados nas fases anteriores são refinados, incluindo-se na memória descritiva e justificativa informação relativa aos processos de construção, materiais e equipamentos, bem como a elaboração de um plano geral de trabalhos.

O projeto de execução desenvolve o projeto base aprovado, sendo constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca compreensão por parte das entidades intervenientes na execução da obra. Nesta fase é ainda elaborado um plano de observação que assegure as condições de segurança na obra.

No final das várias fases de elaboração do projeto começa a execução da obra, que passa a estar ao cargo do empreiteiro, após a consignação, terminando na receção ao dono de obra. Por fim, o empreendimento entra em fase de utilização, com objetivo de satisfazer as necessidades inicialmente assumidas.

2.6. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

2.6.1. INTRODUÇÃO

Neste subcapítulo serão abordados os principais sistemas de classificação de informação da construção, a nível nacional e internacional, cuja análise se mostra relevante para o desenvolvimento da dissertação.

A indústria da construção, devido ao seu impacto social e económico, necessita do estabelecimento de metas para o seu desenvolvimento e modernização. Estas metas são atingidas através da implementação e divulgação de Sistemas de Classificação de Informação na Construção (CICS), em paralelo com os sistemas e normas nacionais, acompanhando os progressos das áreas das Tecnologias de Informação e Comunicação e das metodologias de *Building Information Modelling* (BIM) (Poêjo, 2017).

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma entidade internacional que tem como objetivo a criação de documentos que fornecem requisitos, especificações, diretrizes ou características que podem ser usados de forma consistente para garantir que materiais, produtos, processos e serviços sejam adequados à sua finalidade (ISO, 2019a). A ISO conta atualmente com 164 membros nacionais espalhados por todo o mundo (ISO, 2019b). A globalização da economia tem tornado ainda mais importante a necessidade de implementação de Sistemas de Classificação que permitam estruturar a informação de uma forma internacionalmente aceite.

No setor da construção, esta organização tem produzido normas com o objetivo de uniformizar a classificação e troca de informação, como é o caso da ISO 12006, cujo objetivo passa por orientar a estruturação de sistemas de classificação. A estrutura base proposta pela ISO tem como objetivo dotar os sistemas com a abrangência necessária para dar resposta à crescente dimensão e complexidade dos trabalhos de construção. Com efeito, um sistema concebido de acordo com a ISO12006 deve abranger todo o ciclo de vida do empreendimento, contemplar grande variedade de trabalhos de construção, incluindo instruções, conceção, documentação, construção, operação, manutenção e demolição (Nunes, 2016). A metodologia BIM partilha em parte esses mesmos objetivos, isto é, a criação de um fluxo de informação harmonizado e inequívoco ao longo de todo o processo construtivo.

2.6.2. SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO

Alguns sistemas internacionais de classificação serão abordados no desenvolver do presente subcapítulo, de forma sintetizada, onde serão expostos os seus princípios e vantagens, bem como a organização das mesmas. Os diferentes sistemas estão exibidos no Quadro 2.1, onde consta também a sua região de origem.

Quadro 2.1 - Sistemas internacionais de classificação e respetivas regiões de origem.

Sistema de classificação	Região de origem
Uniclass 2015	Reino Unido
OmniClass	Estados Unidos da América
UniFormat	Estados Unidos da América e Canadá
MasterFormat®	Estados Unidos da América e Canadá
eCI@ss 9.1	Europa

A Uniclass 2015 é um sistema para a indústria da construção do Reino Unido. O sistema Uniclass foi originalmente publicado em 1997, sendo que a sua última versão foi fortemente revista e atualizada, de modo a ser mais adequada às tecnologias e processos de construção atuais e futuros, promovendo a sua compatibilidade com os processos BIM (Gelder, 2015).

Este sistema apresenta os seguintes princípios e vantagens (Delany, 2019) (Pereira, 2013):

- Sistema de classificação para a indústria da construção unificado, num esquema padronizado;
- Conjunto hierárquico de Quadros;
- Sistema de numeração flexível que permite acomodar futuros requisitos de classificação;
- Sistema desenvolvido e atualizado pelo NBS;
- Suportado por bases de dados de sinónimos, facilitando a procura da classificação pretendida;
- Concebido como forma de estruturar informação para adoção do nível 2 do BIM;
- A informação de um projeto pode ser criada, utilizada e recuperada durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

O sistema está dividido em várias tabelas, organizadas por categorias. As tabelas que constituem este sistema encontram-se listadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Listagem de Quadros de classificação de Uniclass 2015.

Abreviatura	Designação
Co	Complexes (Empreendimentos)
En	Entities (Entidades)
Ac	Activities (Atividades)
SL	Spaces / Locations (Espaços / Localizações)
EF	Elements / Functions (Elementos / Funções)
Ss	Systems (Sistemas)
Pr	Products (Produtos)
Zz	CAD (Desenho Assistido por Computador)
CA	Construction Aids (Ajudas de Construção)
FI	Form of Information (Tipos de Informação)
PM	Project Management (Gestão de Projeto)

O sistema norte-americano OmniClass foi desenvolvido pelo Construction Specification Institute (CSI), Construction Specification (Canada CSC) e International Alliance for Interoperability (IAI), para satisfazer as necessidades da indústria local.

É um sistema abrangente e útil, que organiza bibliotecas de materiais e fichas técnicas de materiais, bem como estruturação de informação sobre projetos. Destacam-se as seguintes vantagens e princípios deste sistema (Pereira, 2013) (CSI, 2006):

- Padrão aberto a qualquer pessoa ou organização;
- É aberto à participação no setor, promovendo a troca de informação entre intervenientes;
- O seu desenvolvimento e atualização conta com a participação da indústria;
- É focado nas práticas norte-americanas, porém compatível com outros sistemas internacionais;
- A indústria como um todo é responsável pelo seu desenvolvimento e divulgação;
- Constitui uma classificação especializada.

O OmniClass é composto atualmente por 15 tabelas de classificação especificados no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Listagem de Quadros de classificação de OmniClass.

Código	Designação
11	Entidades Construídas por função
12	Entidades Construídas por forma
13	Espaços por função
14	Espaços por forma
21	Elementos (inclui elementos de projeto)
22	Resultados do trabalho
23	Produtos
31	Fases do Projeto
32	Serviços
33	Disciplinas
34	Regras organizacionais
35	Ferramentas
36	Informações
41	Materiais
49	Propriedades

O Unifomat é um sistema de classificação que serve de referência para a descrição, análise económica e gestão dos empreendimentos e respetivos estaleiros de obra. A classificação é feita através de elementos, comuns à maioria dos empreendimentos, que normalmente desempenham determinada função predominante, independentemente da sua especificação técnica, processo construtivo ou materiais utilizados. Este sistema apresenta cinco níveis de categorias, sendo o primeiro nível composto por nove tabelas apresentadas no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - Listagem de Quadros de classificação de UniFormat.

Código	Designação
-	Introdução
A	Infraestrutura
B	Divisão
C	Interiores
D	Serviços
E	Equipamento e Mobiliário
F	Construção e Demolição Especial
G	Local de Construção
Z	Geral

Para além do primeiro nível, existem mais quatro, do nível 2 ao 5, que aumentam o detalhe dos diferentes elementos. Esta forma de estruturação da informação é relevante para o desenvolvimento e adoção dos *softwares* BIM, uma vez que permite que os objetos sejam implementados sem que sejam indicados detalhes sobre os mesmos.

Os principais princípios e vantagens são os seguintes (Pereira, 2013) (Charette e Marshall, 1999):

- É aplicável a qualquer tipo de edifício;
- Tem um nível de detalhe suficiente para descrever edifícios especiais;
- Separa a classificação de elementos de construção da classificação relacionada com os locais de construção;
- Constitui um sistema de classificação especializado;
- Auxilia a seleção de elementos mais rentáveis e alternativas com base no seu ciclo de vida;
- Possibilita uma avaliação do estado de construção fidedigna, facilitando a comunicação entre os intervenientes, bem como a orçamentação e alterações a orçamentos;
- Permite a melhor definição e segregação de um elemento, promovendo o desenvolvimento de bibliotecas de dados técnicos;
- Oferece uma metodologia para criação de listas de verificação, incluindo especificações, estimativas e opiniões técnicas de conceção.

O MasterFormat® é um sistema de classificação com base no produto dos trabalhos (materiais e processos), e tem como principal objetivo servir de base padronizada para organizar manuais de projetos, informação detalhada sobre custos e ainda relacionar especificações com notações de desenhos (CSI, 2019).

O sistema encontra-se estruturado de uma forma hierárquica, do geral para o mais detalhado, através de 2 grupos, 7 subgrupos e 49 divisões, como apresentado no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 - Divisões do sistema MasterFormat®.

Grupo	Subgrupo	Divisão
Aquisições e Requisitos Contratuais	Informação Introdutória	00
	Requisitos de Aquisições	
	Requisitos Contratuais	
Especificações	Requisitos Gerais	01
	Construção de Instalações	02-19
	Serviços de Manutenção	20-29
	Estaleiro e Infraestruturas	30-39
	Equipamentos	40-49

Identificam-se como principais vantagens deste sistema as seguintes (Pereira, 2013):

- Facilidade de comunicação e interoperabilidade entre arquitetos, engenheiros, construtores, fornecedores e prestadores de serviços;
- Organização de manuais de projeto, informações sobre custos, especialidades e ainda relacionadas com outras fases de projeto de forma detalhada;

- Trata-se de um sistema de classificação especializado, abrangente, aberto e flexível a adaptações por parte do utilizador.

O eCl@ss é um sistema internacional de classificação e descrição de produtos e serviços. Permite a organização dos mesmos de uma forma hierárquica com base nas suas propriedades características.

A estrutura assenta numa organização hierárquica da informação em quatro níveis, do mais geral para o particular, que são: Segmento, Grupo Principal, Grupo e Grupo de Produtos. As principais vantagens associadas a este sistema são as seguintes (Pereira, 2013):

- Identificação, descrição e definição de parâmetros válidas em diferentes linguagens;
- Possibilidade de pesquisa de produtos através de códigos de identificação únicos, para clientes e internamente nas empresas;
- Permite estruturar documentação técnica de produtos de forma padronizada;
- Ajuda na pesquisa por soluções, processos construtivos e produtos alternativos;
- Serve de auxílio para o cliente na escolha de processos construtivos e produtos, disponibilizando toda a informação técnica de modo estruturado.

2.6.3. SISTEMAS NACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO

A nível nacional não existe ainda um sistema de classificação explícito para a construção. Porém existem alguns sistemas utilizados correntemente em Portugal, listados no Quadro 2.6, juntamente com a entidade responsável, que não são exclusivos ao setor AECO português.

Quadro 2.6 - Sistemas de classificação de informação portugueses.

Sistema de classificação	Entidade Responsável
Classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE-VER.3)	Instituto Nacional de Estatística
Vocabulário Comum dos Contratos Públicos (CPV)	Comissão Europeia
Classificação Portuguesa das Construções (CC-PT)	Instituto Nacional de Estatística
Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção (ProNIC®)	Instituto dos Mercados Públicos, do Mobiliário e da Construção

A classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE) é um sistema de classificação e agrupamento das atividades económicas (produção, emprego, energia, investimento, etc) em unidades estatísticas de bens e serviços, sendo assim um sistema de classificação geral (Nunes, 2016). Os seus objetivos são fundamentalmente estatísticos, podendo, contudo, ser utilizados para outros fins, e procura dar resposta às seguintes necessidades (Instituto Nacional de Estatística, 2007):

- Classificar e agrupar unidades estatísticas produtoras de bens e serviços, segundo a atividade económica;
- Organização, de forma coordenada e coerente da informação estatística por ramo de atividade económica, em diversos domínios (produção, emprego, energia, indústrias, etc);
- Comparabilidade estatística a nível nacional, comunitário e mundial.

Este sistema é composto por 6 níveis hierarquizados: Secção, Divisão, Grupo, Classe e Subclasse. O vocabulário Comum dos Contratos Públicos (CPV) é um sistema de classificação geral hierárquico com o propósito de unificar e normalizar os termos utilizados pelas entidades adjudicantes para descrever a natureza dos contratos, visando assegurar uma maior transparência e eficiência nos contratos públicos.

Este sistema é composto por dois vocabulários: Um principal para a definição do objeto de um contrato, que contém quatro níveis subordinados (Divisões, Grupos, Classes, Categorias), e um suplementar que contém uma lista de atributos. De entre as vantagens associadas a este sistema, destaca-se a propensão da transparência dos contratos públicos, permitindo também a simplificação da tarefa das autoridades e entidades adjudicantes. A Classificação Portuguesa das Construções (CC-PT) é um sistema elaborado pelo Instituto Nacional de Estatística, em colaboração com entidades representativas do setor AECO português. Os seus principais objetivos são estatísticos, sendo um sistema que se foca em compilar e classificar as obras de construção decorrentes das atividades de construção e engenharia civil no território nacional. Visa fornecer uma visão mais objetiva possível do setor da construção e apresenta as seguintes vantagens:

- Organização coordenada dos inquéritos correntes ao licenciamento de obras e às obras concluídas na construção de edifícios e engenharia civil;
- Aplicação nos recenseamentos à habitação e nas outras obras de construção de edifícios e de engenharia civil;
- Apoio à elaboração das contas nacionais com efeito de determinação do valor patrimonial do setor;
- Disponibilização da informação estatística do setor da construção aos fornecedores, produtores e utilizadores;
- Comparabilidade estatística do setor a nível nacional e internacional.

A sua hierarquização conta com cinco níveis, com aumento de detalhe em cada nível inferior: Secção, Divisão, Grupo, Classe e Subclasse.

2.6.4. PRONIC

O ProNIC® (Protocolo para a normalização Técnica na Construção) é um projeto de criação e desenvolvimento de um sistema integrado para a construção, lançado em 2004 e desenvolvida por um consórcio entre o Instituto da Construção (IC-FEUP), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC-Porto). Esta iniciativa promovida pelo Estado Português nasce da necessidade de dispor quer de modelos de processos adaptados aos diferentes tipos de obras, quer de informação técnica normalizada e credível, de acordo com a legislação e realidade nacionais, disponibilizados e operacionalizados por uma plataforma informática (ProNIC, 2015).

O ProNIC® permite fazer a gestão de todo o ciclo de vida do empreendimento desde o projeto de execução até ao final da obra, e obter um conjunto alargado de indicadores de monitorização desde o nível particular das obras até ao nível global do setor (ProNIC, 2015). Na Figura 2.8, onde estão descritas as principais funcionalidades do ProNIC®, é possível observar que a sua influência se estende a todo o ciclo de vida do empreendimento, para as várias entidades presentes no processo construtivo.

.O ProNIC® apresenta-se assim como uma ferramenta multifacetada, com diversas funcionalidades:

- Produção de Mapas de Quantidades de Trabalho;
- Produção das Condições Técnicas Gerais de Caderno de Encargos;
- Selagem das especialidades do Projeto;
- Gestão da Tramitação Concursal, incluindo fase de esclarecimentos;
- Atualização de Mapas de Quantidades na fase de Erros e Omissões;
- Produção de Autos de Medição Contratuais;
- Produção de Ordens de Execução e Contratos Adicionais;

- Controlo do empreendimento através de Indicadores de Obra;
- Mecanismos de produção de Indicadores Transversais a grupos de obras.

O ProNIC® constitui assim um elemento importante do setor ao nível nacional, com um conjunto de atributos que aceleram e proporcionam maior qualidade da documentação.

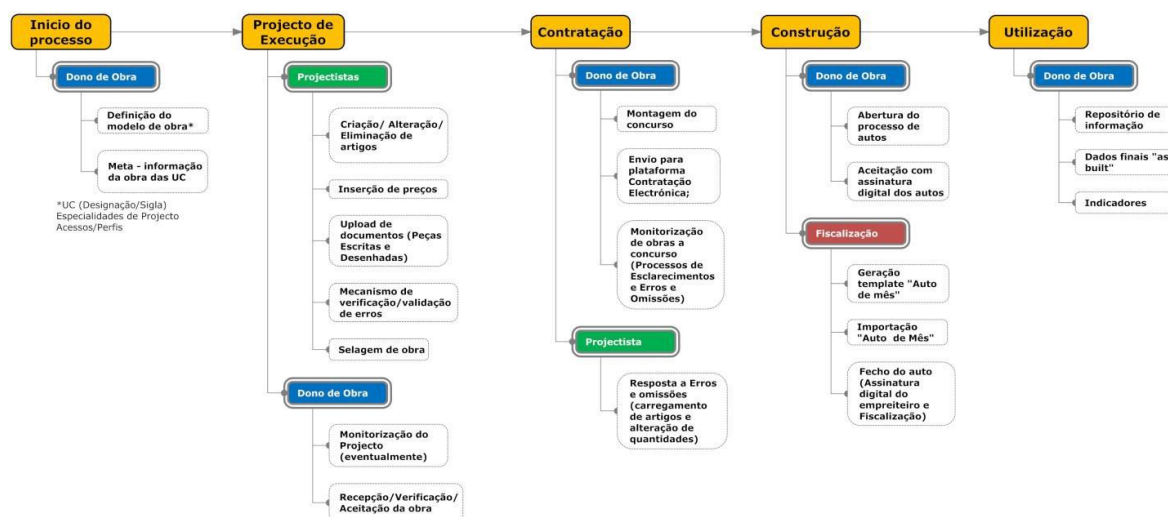


Fig. 2.8 - Resumo das principais funcionalidades do ProNIC® (ProNIC, 2015).

A implementação de um sistema de gestão da informação técnica como o ProNIC® visa reduzir os erros de interpretação dos documentos de concurso e projeto, reduzir custos da falta de qualidade e o peso dos trabalhos a mais, facilitar a gestão de empreitadas e subempreitadas, permitindo assim aumentar a eficiência da gestão através da criação e disponibilização de indicadores técnicos e económicos apropriados (Nunes, 2016). A plataforma é atualmente composta por duas estruturas de desagregação, uma prevista para obras em edifícios (26 capítulos) e outra para obras de infraestruturas rodoviárias (10 capítulos).

2.6.5. MARCAÇÃO CE

A marcação CE é a evidência dada pelo fabricante de que os seus produtos se encontram em conformidade com os requisitos estabelecidos nas diretivas comunitárias que lhe são aplicáveis (MARCACAOCE.EU, 2018). Estas diretivas correspondem a um ato legislativo que fixa um objetivo geral que todos os países da UE devem alcançar. No entanto, estas legislações são elaboradas por cada país da comunidade europeia para cumprimento desses mesmos objetivos. Estas medidas visam garantir a validade dos produtos colocados no mercado em relação a exigências de segurança, higiene e proteção ambiental. Os produtos que cumprem estes requisitos vêm com uma marcação CE, evidenciada na Figura 2.9.



Fig. 2.9 - Símbolo da marcação CE.

Para além da marcação indicada na Figura 2.9, os produtos vêm geralmente com algumas informações adicionais, relativamente ao fornecedor e das normas aplicadas ao produto, bem como um conjunto de especificações técnicas acerca das propriedades gerais do produto e também especificações relacionadas com o desempenho do mesmo.

2.7. MACRO-BIM

O BIM é a atual expressão de Inovação na Indústria da Construção e envolve um conjunto de tecnologias, processos e políticas, por várias escalas organizacionais, desde individuais e grupos até ao nível de organizações e indústrias (Succar e Kassem, 2015).

Apesar de já existir uma proliferação de conceitos e metodologias BIM, a sua difusão e implementação ainda não se encontra no mercado de forma permanente. A implementação do BIM a grande escala é então um dos desafios atuais do mercado da Indústria da Construção, e deve ser baseada em modelos consoante a legislação de cada país.

Um dos mais conhecidos estudos feitos sobre a implementação Macro-BIM consta na revista *Automaton in Construction*, na qual está presente uma proposta de modelo a ser adotado a nível de organizações, cujo resumo gráfico se encontra exposto na Figura 2.10.

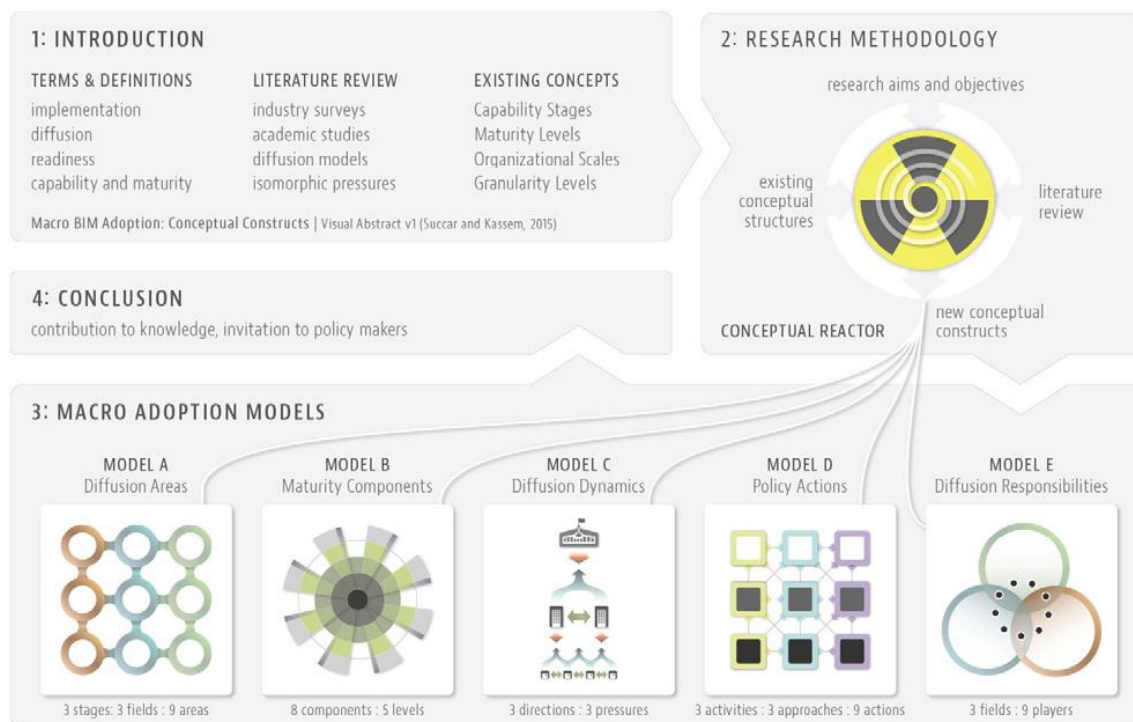


Fig. 2.10 - Resumo da metodologia de implementação (Succar e Kassem, 2015).

A implementação BIM introduzida é analisada em três fases, que correspondem à preparação da organização, a capacidade de desempenhar e a maturidade do desempenho. Durante este processo pretende-se uma implementação de ferramentas BIM, em etapas definidas, separadas por passos evolucionais, que envolvem tecnologias, processos e políticas, e visam o gradual aperfeiçoamento em termos de qualidade da adoção das medidas de implementação, dentro das capacidades disponíveis (Succar e Kassem, 2015).

As propostas de implementação ao nível do Macro-BIM sugerida no artigo são compostas por vários modelos de adoção por parte de organizações, que envolvem diferentes pontos de vista a nível organizacional e a nível de implementação.

O modelo de áreas de difusão, apresentado na Figura 2.11, relaciona três etapas e três campos de implementação, que envolvem tecnologias, processos e políticas. É certo que uma metodologia BIM implica um fluxo de informação uniforme, e para isso é necessário que numa organização haja um modelo de informação estruturado e coeso, envolvendo toda a coletividade, de modo a evitar que o tratamento de informação seja feito de forma individual.

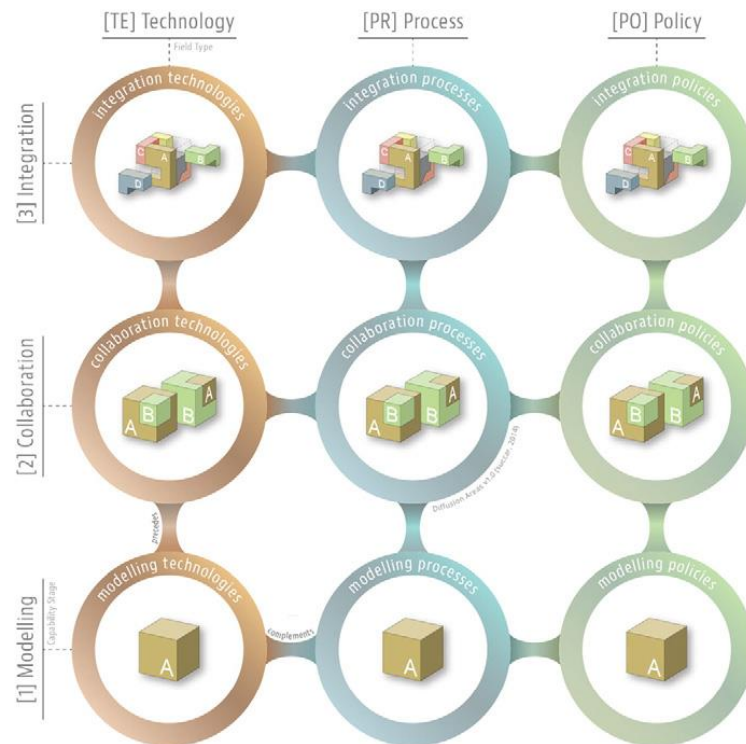


Fig. 2.11 - Modelo de áreas de difusão (Succar e Kassem, 2015).

Para além do modelo de áreas de difusão, existem ainda outros modelos, mais ou menos nucleares para a implementação, que são descritos nos parágrafos seguintes.

O modelo que se segue nesta ideologia de implementação está relacionado com a análise de maturidade. Neste modelo são apresentados oito aspetos que correspondem a componentes mesuráveis que permitem avaliar e definir o estado de maturidade da implementação, podendo assim retirar-se conclusões do estado do processo e restabelecer e redefinir novos objetivos da implementação por parte de uma dada organização.

Depois de expostos os conceitos acima referidos, é importante perceber como colocá-los em prática e por quem. Para isso aparecem ainda abordados no artigo mais três modelos, começando pelo de dinâmicas de difusão, que retrata de que modo a hierarquização da metodologia deve ser feita, desde as entidades governamentais até grandes, médias e pequenas empresas, e de que modo as decisões de uma das partes influenciam as decisões das hierarquias mais baixas (Figura 2.12).

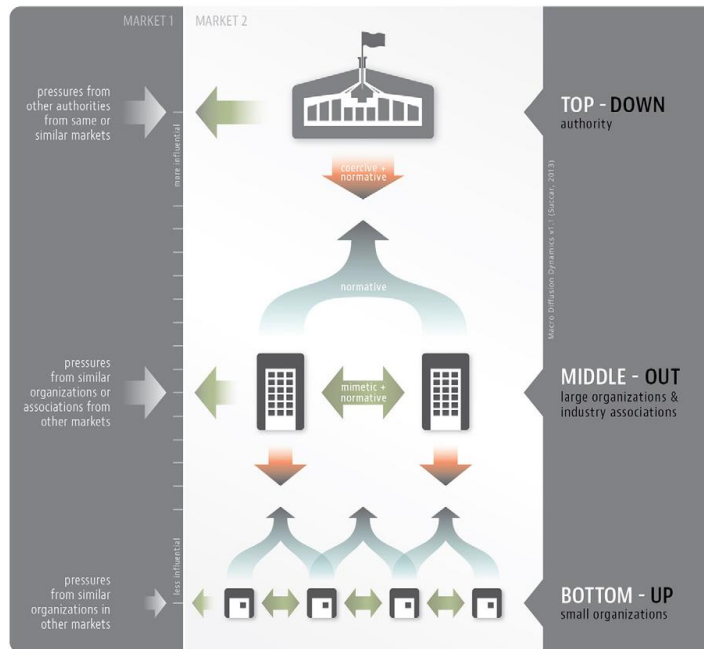


Fig. 2.12 - Modelo de dinâmicas de difusão (Succar e Kassem, 2015).

O penúltimo modelo abordado está relacionado com as ações políticas (Figura 2.13), e novamente se encontra esquematizado em matriz, de forma a poderem ser analisados separadamente o cruzamento de três tipos de atividades consoante três tipos de abordagens, totalizando um total de nove ações políticas.

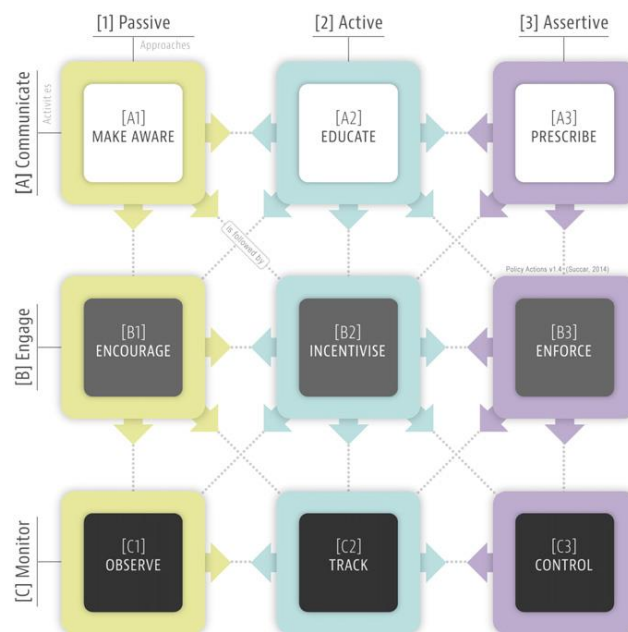


Fig. 2.13 - Modelo de ações políticas (Succar e Kassem, 2015).

Os três tipos de abordagens (passivo, ativo e assertivo) correspondem a várias intensidades do envolvimento das entidades governamentais no favorecimento da adoção de metodologias BIM, podendo assim serem feitas avaliações de comportamentos de adoção, desafios e resultados de uma forma comparativa com outros mercados.

Por último encontra-se descrito o modelo de responsabilidades (Figura 2.14). Neste modelo, é interessante perceber de que modo se relacionam todos os intervenientes e as suas responsabilidades para o processo de implementação Macro-BIM. Desde as autoridades governamentais e institutos de ensino que gerem as políticas de desenvolvimento, as entidades construtoras que gerem a parte dos processos, e os componentes do desenvolvimento tecnológico. É também importante perceber, como nota de conclusão, que uma metodologia de implementação BIM assenta no princípio de organização e interoperabilidade entre todas as entidades.

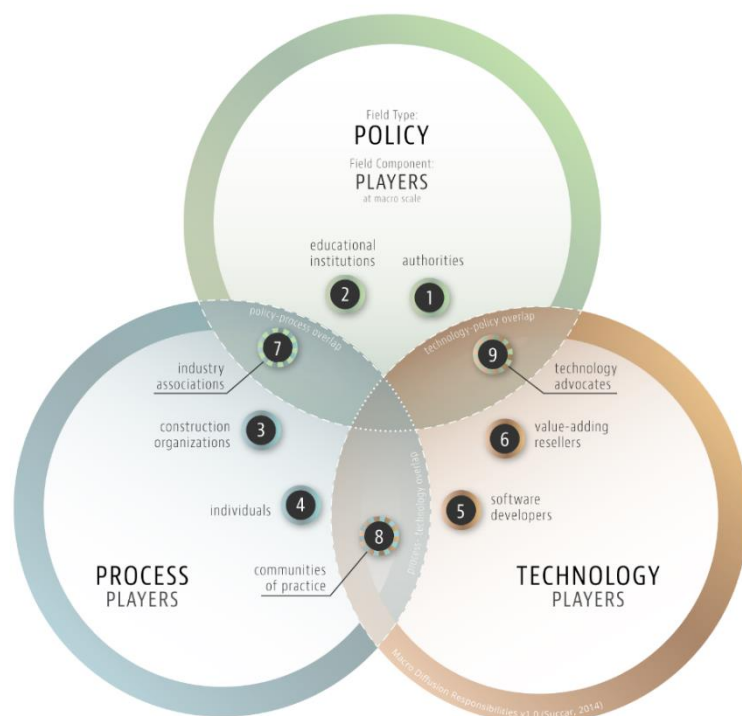


Fig. 2.14 - Modelo representativo das responsabilidades fundamentais para a adoção do Macro-BIM (Succar e Kassem, 2015).

3

METODOLOGIA E ABORDAGEM DO CASO DE ESTUDO

3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será feita uma abordagem ao caso de estudo, bem como a metodologia utilizada no desenvolvimento da tese. O projeto enquadra-se na metodologia como uma maneira de verificar a aplicabilidade dos fluxos de informação adotados nas fases anteriores da metodologia. Será feita uma descrição breve do empreendimento, bem como os elementos de projeto fornecidos.

A obra abordada no caso de estudo denomina-se Restaurante/Cafetaria – FEUP, e trata-se de um espaço destinado ao serviço de refeições, situado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A construção do edifício foi concluída no ano de 2000, já se encontrando assim em fase de utilização há quase 20 anos.

A escolha desta obra advém de vários motivos. Em primeiro lugar, trata-se de uma obra com alguma complexidade, o que permite analisar diferentes áreas e especialidades do empreendimento. Para além disso, este tipo de obra é frequentemente realizado, para satisfazer as necessidades dos utilizadores de espaços públicos e semipúblicos, apresentando assim um carácter repetitivo. Além destes, existem ainda alguns fatores que pesaram na escolha, tais como a proximidade e acessibilidade ao local, bem como o facilitado acesso a alguns elementos do projeto e modelos em *Revit*®.

Devido à complexidade do empreendimento, é interessante analisar até que ponto as metodologias BIM podem ser vantajosas para as várias fases do processo construtivo e vertentes de utilização do mesmo. Será utilizado o software *Revit*®, da *Autodesk*, para analisar a aplicabilidade informação na construção ao nível da modelação.

3.2. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Como já foi exposto anteriormente, o empreendimento trata-se de um edifício para serviços de restauração, para uso quase exclusivo de alunos de uma instituição de ensino.

O edifício apresenta dois andares, sendo o segundo uma passagem para o exterior, e apresenta uma área útil de cerca de 570 m². Apenas o andar inferior é usado para os fins comerciais a que se destina, já que o superior serve praticamente apenas de passagem para o exterior, correspondendo ao patamar das escadas. O piso inferior apresenta três tipos de zonas de utilização principais, que correspondem à zona de consumo das refeições, cozinhas e sanitários.

Na Figura 3.1 encontra-se representada a localização da cafeteria, a vermelho, inserida no mapa das instalações da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

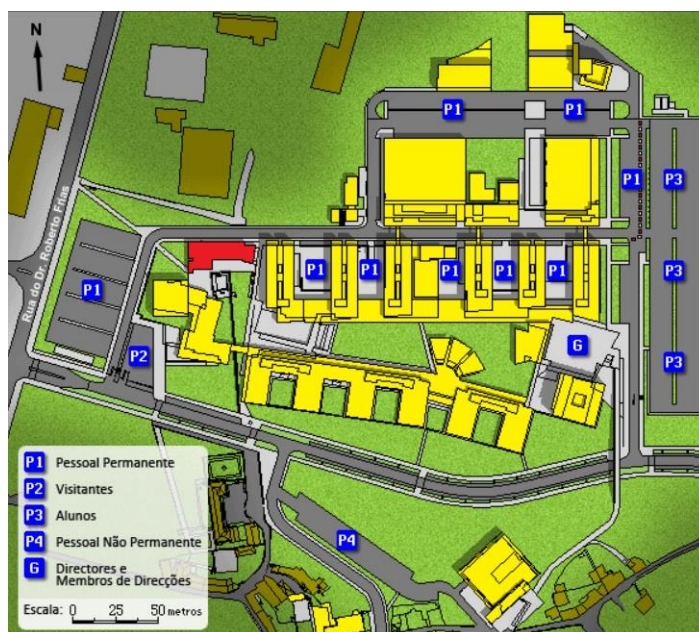


Fig. 3.1 - Localização da cafeteria/restaurante (a vermelho) no mapa do *campus* da FEUP.

3.2.2. MODELO BIM

Para o auxílio do desenvolvimento da metodologia foi ainda disponibilizado um modelo em *Revit*© (Figura 3.2), desenvolvido pelo Engº Pedro Martins, que se encontra disponível na plataforma online WIQI, do grupo GEQUALTEC, sendo já utilizado para a elaboração de várias dissertações na faculdade relacionadas com a metodologia BIM. A modelação do edifício apresenta principalmente um carácter arquitetónico, contendo sobretudo informação a nível gráfico.

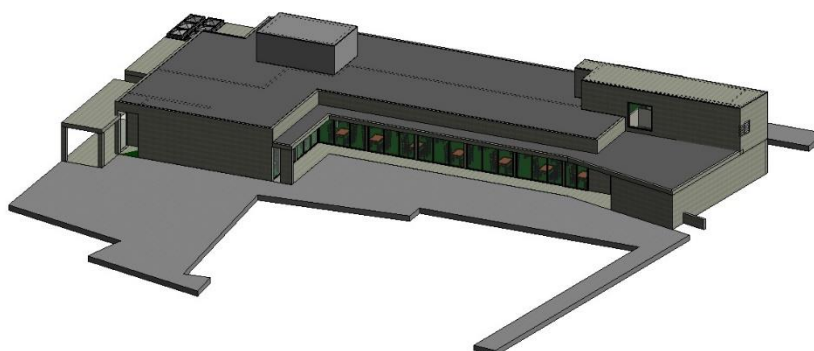


Fig. 3.2 - Vista 3D do modelo da cafeteria (Software: *Revit*©).

3.2.3. ELEMENTOS DO PROJETO

Como dito anteriormente, foi possível o acesso a vários elementos “tradicionais” do projeto. Estes elementos são constituídos por peças escritas e desenhadas, previstas na Portaria n.º 701-H/2008. De entre as peças escritas, estão presentes mapas de trabalhos e quantidades, memórias descritivas e justificativas, bem como condições técnicas gerais e especiais, para várias especialidades incluindo projetos de arquitetura, estruturas, AVAC, eletricidade, gás e ainda o plano de segurança e saúde. As peças desenhadas incluem plantas (Figura 3.3), alçados, cortes e desenhos de pormenor em formato CAD.

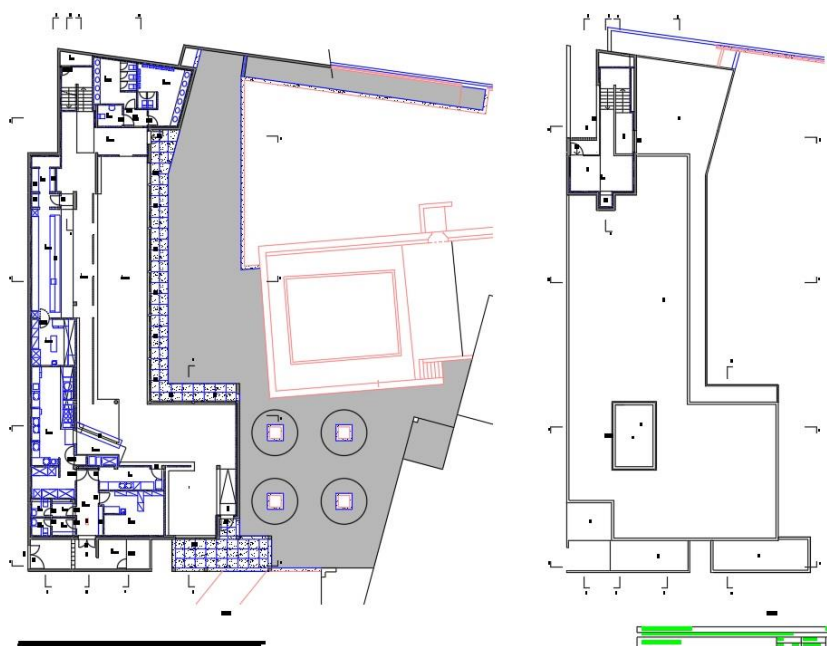


Fig. 3.3 - Planta de arquitetura em formato CAD do piso 0.

De modo a resumir toda a informação disponibilizada, encontram-se no Quadro 3.1 esquematizados os diversos elementos escritos fornecidos para cada especialidade.

Quadro 3.1 - Elementos de projeto escritos disponibilizados.

Especialidade	Elementos disponibilizados	
Arquitetura	Caderno de Encargos	Mapa de Medições
AVAC	Projeto de Execução	Mapa de Medições
Instalações Hidráulicas	Mapa de Medições	
Instalações Elétricas	Projeto de Execução	Mapa de Medições
Fundações e Estruturas	Memória Descritiva e Justificativa	Mapa de Medições
Rede Interior de Gás	Projeto de Execução	Mapa de Medições
Segurança e Saúde	Plano de Segurança e Saúde	

3.3. METODOLOGIA

3.3.1. ENQUADRAMENTO

A metodologia de trabalho BIM destaca-se de métodos tradicionais pela elevada colaboração existente entre os intervenientes (Figura 3.4), bem como um fluxo de trabalho mais comum ao longo do processo construtivo.

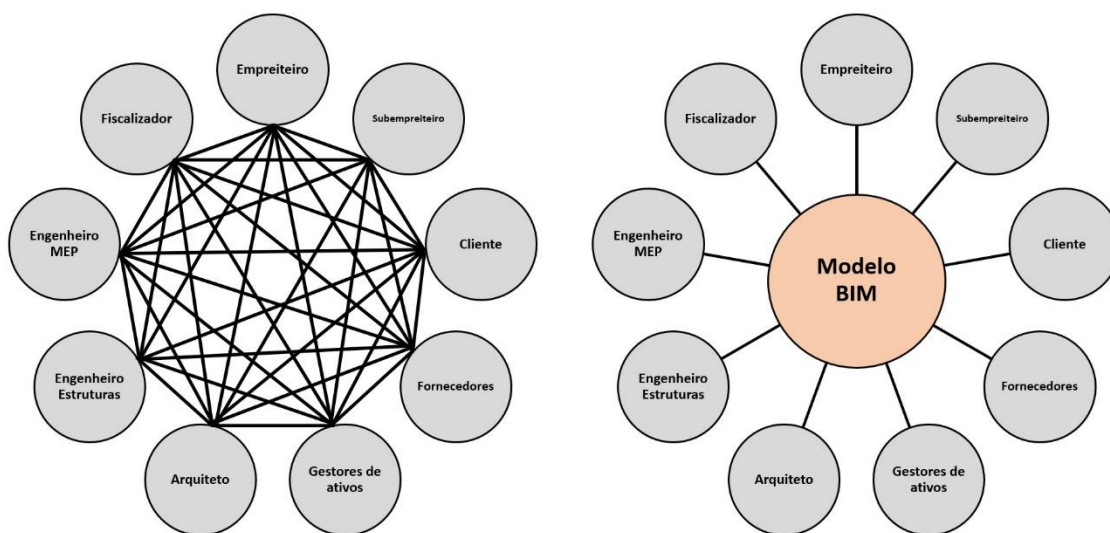


Fig. 3.4 - Colaboração tradicional vs. Colaboração BIM.

As tecnologias BIM atravessam, no entanto, um momento de implementação no mercado, sendo que um dos pontos mais frágeis da implementação desta metodologia a nível nacional está relacionada com a falta de legislação e documentação. Deste modo encontram-se em desenvolvimento sistemas de classificação e normalização da informação no setor da construção civil, de maneira a poder dar apoio à aplicação de metodologias BIM.

Como se verifica na Figura 3.4, numa metodologia BIM a informação é partilhada pelos vários intervenientes, ao longo do ciclo de vida do empreendimento, através de um modelo idealmente único. Desde modo, torna-se interessante abordar, no meio de toda a informação envolvida, aquela que é comum, isto é, transversal ao máximo número de intervenientes do processo construtivo, e a que de forma contrária é apenas útil a um restrito número de partes.

A informação envolvida está relacionada com as características e parâmetros de certos materiais, produtos e equipamentos, pelo que se pode admitir um nível de detalhe elevado, no que toca à informação abordada.

3.3.2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia adotada visa uma melhor descrição e organização dos parâmetros dos vários objetos considerados ao longo de várias fases do ciclo de vida de um empreendimento. Esta metodologia assenta em várias fases, descritas separadamente de seguida e esquematizadas na Figura 3.5.

Numa primeira fase, a fim de definir o plano de trabalho da dissertação, foram selecionadas quatro fases e/ou áreas da construção, que correspondem a vários usos de potencial ação de metodologias BIM (Figura 3.5), que vão ser seguidamente alvo de estudo. Essas áreas correspondem à promoção, projeto

(concepção), construção (obra) e gestão de ativos. Procurou-se, nesta fase, encontrar áreas com finalidades distintas, de modo a melhor conseguir expor a metodologia e explorar diferentes aspetos.

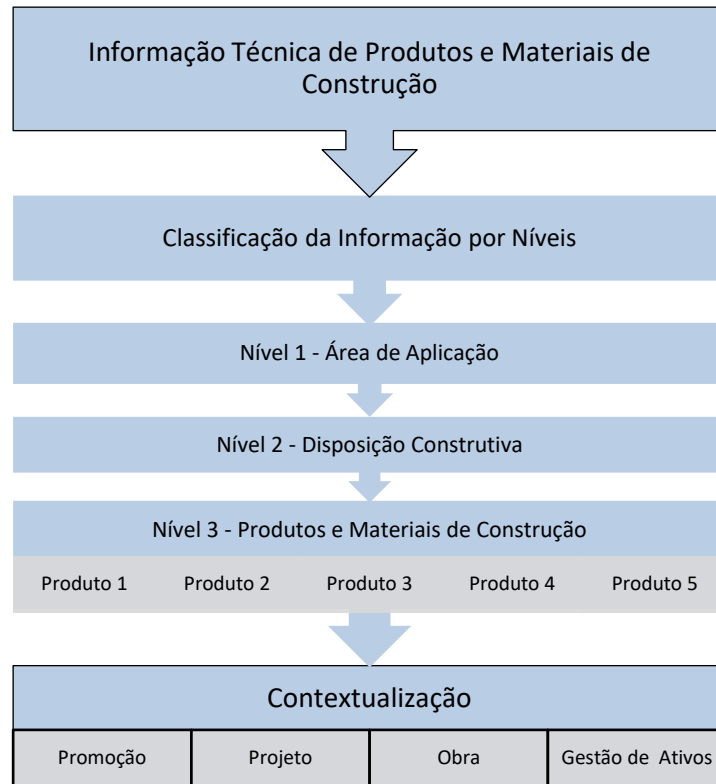


Fig. 3.5 - Esquema da metodologia abordada.

De seguida, e tendo como base o caso de estudo e todos os elementos fornecidos, foi feita uma listagem exaustiva de todos os sistemas, materiais e equipamentos necessários no projeto. Dessa lista exaustiva foram selecionados alguns elementos, para os quais foram, a partir de informação recolhida em normas, sistemas de classificação de informação, fichas técnicas e outras fontes, encontrados parâmetros que os caracterizam e que são necessários para diversas áreas da construção.

A partir da pesquisa de informação tentou-se seguidamente encontrar maneira de organizar essa informação, de um modo geral para o mais detalhado, tendo como base sistemas de classificação nacionais e internacionais, especificados no Capítulo 4.

Embora não se encontre esquematizado na Figura 3.5, o método passa também por testar a incorporação da informação de nível 3 em modelos construídos através do software *Revit*®, de modo a testar a sua aplicabilidade, e avaliar a capacidade do programa para conter o mais variado tipo de informação acerca de produtos e materiais de construção.

Na última fase deste método, é então feita uma contextualização, isto é, uma distribuição da informação nas várias áreas e usos BIM referenciados, onde se estudará a importância da informação relativa a produtos e materiais de construção nesses usos. Esta fase consistirá numa análise crítica e justificativa dos usos, sendo no final retiradas as principais conclusões associadas à contextualização da informação.

3.4. Usos BIM

3.4.1. INTRODUÇÃO

O BIM aplica-se a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a origem à demolição, sendo os seus usos inúmeros e diversos ao longo do processo. Para a elaboração da dissertação, foram abordados alguns desses usos:

- Promoção de Imobiliários;
- Projeto / Conceção;
- Construção / Obra;
- Gestão de Ativos.

O enquadramento da informação nos usos acima mencionados serão feitos tendo em conta o tipo de empreendimento abordado no caso de estudo, e encontra-se essencialmente no Capítulo 6.

3.4.2. PROMOÇÃO DE IMOBILIÁRIOS

O termo promoção refere-se ao ato de elevar o status de determinado produto. Embora não envolva necessariamente remuneração monetária, no caso da promoção de imobiliários o que se pretende é elevar, no fundo, o valor do empreendimento em causa. Esta promoção é feita ao nível de imobiliários, porém a promoção do todo leva a que cada produto e material utilizado na sua conceção seja igualmente importante. Desta forma, pode considerar-se a promoção como uma valorização de todos os produtos, materiais e equipamentos utilizados na construção, de modo a satisfazerem as necessidades propostas aquando da construção do empreendimento.

A promoção de imobiliários tem vindo a ganhar muita importância nos últimos anos, e o seu impacto chega a verificar-se ao nível da economia nacional. Para tal, a abordagem deste tema torna-se interessante, e a metodologia BIM apresenta qualidades que permitem potenciar a promoção. A criação de modelos 3D permite uma visão muito aproximada daquilo que vem a ser o produto final, e toda a informação relevante envolvida pode ajudar nessa mesma promoção.

3.4.3. PROJETO / CONCEÇÃO

A envolvimento de metodologias BIM ao nível do projeto apresenta competências já credenciadas. As maiores potencialidades, comparativamente a métodos mais tradicionais como *softwares* CAD, refletem-se numa melhor coordenação do projeto, estimativa de custos mais precisa e antecipação de potenciais erros em fases mais avançadas. No fundo, as metodologias BIM têm as ferramentas necessárias para uma melhor qualidade na elaboração do projeto.

O uso de metodologias BIM acaba por aumentar o tempo de dedicação ao projeto, bem como o custo da sua elaboração, porém as vantagens acabam por ser alcançadas maioritariamente em fases posteriores. Estas potencialidades não se encontram, no entanto, confirmadas no seu todo, e principalmente a nível nacional ainda existe um longo caminho a percorrer.

A documentação de projeto é uma parte que envolve naturalmente grandes quantidades de informação, sendo que uma biblioteca de informação associada aos materiais e produtos de construção pode ajudar a agilizar todo o processo de documentação. Deste modo, questões relacionadas com a elaboração de projetos serão abordadas neste caso de estudo.

3.4.4. CONSTRUÇÃO / OBRA

A fase de construção é uma fase onde ocorrem conflitos por vezes inesperados, que se podem refletir em aumentos de custos e prazos. Estes conflitos aparecem geralmente na fase de construção, e podem

ter diferentes origens ao nível da fase de construção, tais como deficiente planeamento da obra, atrasos por parte dos fornecedores e qualidade imprópria dos materiais empregues (Cabrita, 2008).

Para além de outros conflitos, os atrasos são aqueles que mais se evidenciam e podem apresentar várias causas. Segundo um estudo desenvolvido em 2009 (Pilar et al., 2009), as principais causas de atrasos na construção são, por ordem de ocorrência as seguintes:

- Alterações ao projeto inicial;
- Atrasos nas aprovações de fiscalização;
- Erros de planeamento e avaliação do projeto;
- Condições climatéricas;
- Falta de mão de obra especializada;
- Falta de material;
- Falta de comunicação interna;
- Falta de equipamento;
- Falta de mão de obra especializada;
- Falha na segurança e ocorrência de acidentes.

Apesar de nem todas estas causas derivarem aquando do processo da construção em si, entende-se que a qualidade da informação adotada para a preparação e no decorrer da obra pode travar ou atenuar alguns desses conflitos.

3.4.5. GESTÃO DE ATIVOS

A área da gestão de ativos, também associada ao termo inglês *facility management*, apresenta uma elevada relevância na fase de utilização de um edifício, e corresponde a um conjunto de boas práticas que objetivam a otimização dos ativos num dado empreendimento. Essas práticas, sendo corretamente aplicadas, permitem obter várias vantagens (Sousa, 2016):

- Redução de custos;
- Gestão de riscos;
- Maior consciência do desempenho da organização;
- Manutenção dos ocupantes;
- Melhor controlo das instalações;
- Gestão ambiental;
- Ambiente seguro e confortável do local;
- Segurança;

Estas vantagens podem ser potenciadas pela adoção de metodologias BIM. O facto de toda a informação necessária à gestão do empreendimento poder existir num só modelo facilita o seu controlo, e a quantidade da informação introduzida no modelo pode ser medida de modo a satisfazer os vários interesses ao nível da gestão.

Esta área representa a sétima dimensão do BIM, e permite, para além de outras utilidades, o desenvolvimento de estratégias do ciclo de vida do empreendimento, planos de manutenção e planos de suporte técnico. Para isso, é necessário um tipo de informação que se adegue a essas potencialidades, e por isso será abordada no decorrer da presente dissertação.

4

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS E PROPRIEDADES

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão expostas e abordadas as propriedades dos produtos e materiais alvos de estudo. Como foi referido no capítulo anterior, os materiais e produtos abordados na temática da corrente dissertação têm como base o projeto do caso de estudo, e encontram-se referenciados nos documentos de projeto fornecidos.

Estes materiais e produtos encontrar-se-ão classificados relativamente ao seu uso em obra, sendo esta classificação baseada na classificação utilizada no livro: Curso sobre Regras de Medição na Construção (Fonseca, 2000), bem como a classificação utilizada no ProNIC®.

As propriedades dos materiais estão relacionadas, entre outras, com características de aparência, forma, desempenho adequado à função e informação relacionada com o fornecedor. Trata-se assim de um nível de informação muito detalhado e particular de cada produto. Para uma melhor contextualização, encontra-se no subcapítulo seguinte (Subcapítulo 4.2.) a organização da informação adotada.

Neste capítulo será então feita a exposição dos materiais e das suas propriedades, que será a base da análise nos próximos capítulos, sendo também feita a análise da sua utilidade perante os usos BIM já evidenciados.

4.2. NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

4.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste subcapítulo de níveis de classificação será exposta a estruturação da classificação adotada. A classificação encontra-se separada em quatro níveis, do 1 ao 4, com crescente detalhe de informação. Deste modo, considera-se no primeiro nível uma abordagem geral, onde apenas se diferenciam os vários tipos de trabalhos existentes na obra. No segundo nível, o detalhe é maior e serão apresentados trabalhos secundários e disposições construtivas, enquanto que no nível 3 serão apresentados os materiais alvos de estudo. Por fim, no nível 4 serão exibidas as propriedades dos materiais evidenciados no nível 3.

Com esta método de apresentação e classificação pretende-se a criação de um fluxo coerente e inequívoco de informação, para que se limitem as falhas na sua compreensão.

4.2.2. PRIMEIRO NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO

Para dar início, apresentam-se no Quadro seguinte os capítulos principais da plataforma ProNIC®, que serve como o primeiro nível de classificação (Quadro 4.1).

Neste quadro ocorre a primeira divisão da informação, onde se estabelecem os diversos tipos de trabalhos a realizar. É a primeira fase, onde já se começa a agregar a informação que é comum a cada um dos capítulos, evidenciados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Capítulos principais da classificação do ProNIC®.

Capítulo	Designação
1.	Estaleiro
2.	Trabalhos Preparatórios
3.	Demolições
4.	Movimentos de Terras
5.	Arranjos Exteriores
6.	Fundações e Obras de Contenção
7.	Estruturas de Betão Armado e/ou Pré-Esforçado
8.	Estruturas Metálicas
9.	Estruturas de Madeira
10.	Estruturas de Alvenaria e Cantaria
11.	Estruturas Mistas
12.	Paredes
13.	Elementos de Cantaria
14.	Elementos de Carpintaria
15.	Elementos de Serralharia
16.	Elementos de Materiais Plásticos
17.	Isolamentos e Impermeabilizações
18.	Revestimentos e Acabamentos
19.	Vidros e Espelhos
20.	Pinturas e Envernizamentos
21.	Instalações e Equipamentos de Águas
22.	Instalações e Equipamentos Mecânicos
23.	Instalações e Equipamentos Elétricos
24.	Ascensores, Monta Cargas, Escadas Mecânicas e Tapetes Rolantes
25.	Equipamento Fixo e Móvel
26.	Diversos

4.2.3. SEGUNDO NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO

O segundo nível de classificação tem um nível de detalhe superior ao primeiro, e expõe trabalhos e disposições construtivas onde nos restantes níveis se inserem. Neste nível encontram-se representados subcapítulos que derivam dos capítulos principais (Quadro 4.1) do primeiro nível de informação. Para efeitos do estudo de caso e dos produtos considerados, apresentam-se nos quadros seguintes (Quadro 4.2 a 4.7) os subcapítulos capitais.

Nesta fase a começa a aumentar a particularidade da informação relativamente ao primeiro nível, e assim a informação é cada vez mais restrita, diminuindo a quantidade de produtos, materiais e sistemas construtivos que são subjacentes.

No Quadro 4.2 encontram-se os subcapítulos subjacentes ao capítulo de nível 1 relativo a estruturas metálicas, onde se inserem mais três subsecções.

Quadro 4.2 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de estruturas metálicas.

Capítulo 8. Estruturas Metálicas	
Subcapítulo	Designação
8.1.	Pilares
8.2.	Vigas
8.3.	Outros Elementos Estruturais

Por outro lado, no caso das paredes (Quadro 4.3), estas encontram-se separadas em paredes interiores e exteriores. Apesar de pertencerem ao mesmo elemento construtivo, o facto de serem exteriores ou interiores leva a que tenham características próprias.

Quadro 4.3 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de paredes.

Capítulo 12. Paredes	
Subcapítulo	Designação
12.1.	Paredes Interiores
12.2.	Paredes Exteriores

O livro "Curso sobre Regras de Medição na Construção", de Fonseca (2000) contém informação relativa a vários elementos construtivos e algumas diretrizes que servem de base à organização de documentos de projeto. Para efeitos de contextualização da informação, o livro assume os subcapítulos expostos no Quadro 4.4 relativamente a elementos de serralharia.

Quadro 4.4 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de elementos de serralharia.

Capítulo 15. Elementos de Serralharia	
Subcapítulo	Designação
15.1.	Portas, Janelas e outros componentes em vãos
15.2.	Fachadas Cortina
15.3.	Guardas, Balaustradas e Corrimãos
15.4.	Revestimentos
15.5.	Divisórias Leves e Gradeamentos
15.6.	Equipamento

Serão abordados também no decorrer da dissertação alguns elementos relativos a revestimentos e acabamentos, cujos subcapítulos se encontram indicados no Quadro 4.5. Nesta primeira subdivisão apenas é feita a separação acerca da localização desses mesmos revestimentos e acabamentos. Numa

maior desagregação, como consta no sistema de classificação do ProNIC®, ainda é feita a divisão entre, por exemplo, elementos de revestimento contínuos e descontínuos.

Quadro 4.5 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de revestimentos e acabamentos.

Capítulo 18. Revestimentos e Acabamentos	
Subcapítulo	Designação
18.1.	Revestimento de Paramentos Exteriores e Interiores
18.2.	Revestimento de Pavimentos Exteriores e Interiores
18.3.	Revestimentos de Escadas
18.4.	Revestimentos de Tetos Exteriores e Interiores

De entre os vários principais capítulos do ProNIC® consta o capítulo relativo aos vidros e espelhos, componente que também tem grande importância no projeto do caso de estudo. Os primeiros subcapítulos que lhe estão relacionados encontram-se apresentados no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de vidros e espelhos.

Capítulo 19. Vidros e Espelhos	
Subcapítulo	Designação
19.1.	Envidraçados
19.2.	Espelhos

Para finalizar os elementos alvos de estudo, encontram-se exposto no Quadro 4.7 os subcapítulos relativos às pinturas e envernizamentos. Serão, no entanto, apenas analisados os produtos relacionados com tintas, visto serem os únicos presentes no projeto do caso de estudo.

Quadro 4.7 - Subcapítulos correspondentes ao capítulo de pinturas e envernizamentos.

Capítulo 20. Pinturas e Envernizamentos	
Subcapítulo	Designação
20.1.	Tintas
20.2.	Vernizes
20.3.	Velaturas

4.2.4. TERCEIRO E QUARTO NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

Seguidamente serão expostos os últimos e mais detalhados níveis de informação adotados, que correspondem, respetivamente aos produtos usados como objeto de estudo e as propriedades dos mesmos. Neste último nível de classificação, como exposto no próximo subcapítulo, os materiais encontram-se agrupados por categoria, de modo a melhor organizar a informação. Seguidamente, na coluna relativa ao parâmetro encontra-se a designação dos parâmetros adotados, seguidas das unidades,

quando aplicáveis ao parâmetro em causa. A última coluna descreve a origem e fundamento desse parâmetro, relacionadas com normas e sistemas de classificação seguidamente especificados.

A origem dos produtos foi obtida através de cinco seguintes fontes de informação. As Normas Portuguesas, (NP), que também incluem as homologadas pelas normas europeias (NP EN), as normas harmonizadas da união europeia (EN) e os sistemas de classificação internacionais OmniClass™ e UniClass 2015. Foi também utilizada como fonte o manual de condições técnicas do ProNIC®, e para além desta foi ainda abordada uma sexta origem de parâmetros, que embora não se considere oficial, foi obtida através da consulta de fichas técnicas dos diversos produtos e considera-se também relevante para o caso de estudo. Para a análise dos produtos foi ainda considerada uma relação de prioridade entre as normas aplicáveis aos parâmetros, isto é, para os parâmetros que têm origem em mais do que uma norma ou sistema de classificação, prevalece na coluna de origem aquela que têm maior prioridade. No Quadro 8 encontra-se descrito o método de nomenclatura das mesmas, onde consta também o seu nível de prioridade.

Quadro 4.8 - Origens dos parâmetros dos produtos adotados.

Prioridade	Designação	Nomenclatura (Exemplo)
1	Norma Portuguesa	NP 100 ou NP EN 100
2	Norma Europeia	EN 100 ou EN 100-1
3	ProNIC®	ProNIC®
4	OmniClass™	49-11 11 11
5	UniClass 2015	Pr_10_10_10_10 ou Ss_10_10_10_10
6	Proposta	Proposta

Como assinalado no Quadro, o nível de prioridade máximo corresponde às normas portuguesas, pelo facto de serem prioritariamente adotadas em Portugal. Estas normas encontram-se nomeadas com o prefixo NP (Norma Portuguesa) e incluem, como referido anteriormente, as normas homologadas pela legislação europeia e pelas normas europeias harmonizadas.

O segundo nível de prioridade corresponde às normas europeias, de onde derivam a maioria das normas portuguesas. As normas europeias encontram-se assinaladas com o prefixo EN (*European Normalization*), seguidas do número da norma que corresponde ao produto ou sistema construtivo em questão. Em muitas das normas aparece ainda, seguido do número da norma e separado com hífen, um outro número, devido ao facto de poderem existir várias normas secundárias para o produto ou sistema construtivo em questão. É ainda corrente acrescentar à nomenclatura anterior, separado com dois pontos, um número de quatro dígitos correspondente ao ano de atualização da norma. Devido Às normas estarem em constante atualização, este último número não foi considerado nos quadros.

O terceiro nível de prioridade está relacionado com o manual de condições técnicas do ProNIC®, onde, para além das bases das normas portuguesas e europeias, encontram-se outras informações relacionadas com uma vasta gama de especificações acerca dos produtos.

Em quarto lugar na lista de prioridades está o sistema de classificação OmniClass™. Este sistema de classificação de origem americana é especializado para a construção tem várias aplicações entre as quais organização de bibliotecas de materiais, especificações de produtos e informações de projetos, e segue o quadro internacional estabelecido pela ISO (*International Organization for Standardization*). O OmniClass™ conta atualmente com dezassete tabelas de informação variada, sendo para este caso utilizada a tabela 49, referente às propriedades de variados produtos da construção, que se encontram devidamente organizadas e definidas. Pode observar-se na nomenclatura o número 49 como prefixo, alusivo ao quadro de origem, seguida de mais números que especificam a propriedade em questão.

No quinto nível de prioridade encontra-se o sistema de classificação UniClass 2015. Este sistema tem origem britânica e é liderado pela NBS (*National Building Specification*). Este sistema conta com um conjunto de Quadros com especificações acerca das propriedades dos produtos, e apresenta um nível de compatibilidade com plataformas de trabalho BIM. A sua nomenclatura tem como prefixo Pr ou Ss, para separar se se trata de um produto individual ou de um sistema (disposição construtiva) respetivamente. O nível de detalhe é tão minucioso que um elemento como uma porta já é considerado um sistema, e os seus produtos acoplados correspondem, por exemplo, à folha, ao aro e à fechadura.

Para estudo das propriedades foram abordados um conjunto de nove produtos. Depois de uma abordagem inicial de cerca de trinta produtos, este número foi reduzido devido ao difícil acesso a normas e regulamentos que permitissem justificar a veracidade de alguns dos seus parâmetros. Encontram-se a seguir expostos (Quadro 4.9) os materiais usados para estudo. Todos os produtos abordados encontram-se registados na documentação do projeto do caso de estudo apresentado no Capítulo 3.

Quadro 4.9 - Produtos abordados no caso de estudo e as respetivas designações das suas ocorrências nos documentos do projeto.

Produto		Ocorrência no projeto
Número	Nome	Designação
8.1.1.	Perfis Ocos Soldados	Pilares com perfis metálicos RHS
12.1.1.	Tijolo Cerâmico	Tijolo vazado
12.1.2.	Tijolo de Vidro	Tijolo de vidro
15.1.1.	Porta Exterior	Portas metálicas
18.1.1.	Revestimentos cerâmicos colados	Azulejo de cor
18.1.2.	Argamassa de assentamento	Argamassa
18.1.3.	Argamassa de reboco	Argamassa
19.1.1.	Vidro aminado e vidro laminado de segurança	Vidro laminado + Simples “Securite”
20.1.1.	Tinta para paredes e tetos interiores	Pintura em Paredes de Seral

Os produtos dispostos no Quadro 4.9 têm como base os materiais do caderno de encargos do projeto de arquitetura, assinalados na coluna de ocorrências no projeto. Estas designações são apenas ilustrativas, sendo adaptada seguidamente a sua nomenclatura para cobrir uma maior generalidade de materiais, e adaptar-se também às normas e recursos disponíveis e usados no desenrolar deste capítulo.

De notar que, o que realmente interessa para o desenvolver da dissertação é a informação que está associada aos produtos, e não a sua quantidade, pelo que se tentou escolher produtos com a maior variedade possível de usos e aplicações, de modo a variar também a informação que a cada um dos produtos está associada.

4.3. ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS E DAS RESPATIVAS PROPRIEDADES

4.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No subcapítulo que se segue serão apresentados com detalhe os produtos utilizados para estudo, bem como os parâmetros e propriedades que lhe estão associados. Os produtos e propriedades encontram-se listados nos Quadros 4.11 ao 4.19, com cinco colunas de informação. Na primeira estão referenciados os números das propriedades, para facilitar a organização e compreensão, bem como a análise que posteriormente vai ser feita nos próximos capítulos.

Na segunda, são representadas as categorias de parâmetros, estes últimos descritos na terceira coluna. Os parâmetros devem ter valores, e para tal na categoria das unidades encontra-se de que modo, formato ou unidades em que os parâmetros se devem apresentar. Na última coluna representa-se a origem da informação. Apresentam-se no quadro seguinte as respetivas designações das unidades utilizadas nas Quadros dos produtos, por ordem alfabética.

Quadro 4.10 - Designação das unidades utilizadas.

Unidades	Designação	Unidades	Designação
%	Porcentagem	kPa	Quilopascal
€	Valor em euros	L	Litro
°C	Graus Celsius	m	Metro
μ	Micro	m²	Metro quadrado
Anos	Intervalo de tempo em anos	Meses	Intervalo de tempo em meses
Categoria	Categoria pré-definida	min	Intervalo de tempo em minutos
Ciclos	Número de ciclos ou usos	mm	Milímetros
Classe	Classe pré-definida	MPa	Megapascal
Coeficiente	Valor numérico entre 0 e 1	N	Newton
Data	Formato em data (XX/XX/XXXX)	N/A	Não Aplicável
dB	Decibéis	Número	Formato em número
Desvio (°)	Desvio em graus	Relação	Correspondência entre dois valores
Euroclasse	Classe Europeia	s	Segundo
Figura	Formato de Figura	Texto	Formato em texto
kg	Quilograma	Valor	Formato numérico representativo
kN	Quilonewton	W	Watt

4.3.2. QUADROS DOS PRODUTOS E ESPECIFICAÇÕES DOS PARÂMETROS

As próximas tabelas são representativas das propriedades relativas a cada produto ou material abordado no caso de estudo. Esta informação, tal como já foi referido, encontra-se organizada por categorias e a sua recolha foi feita tendo em requisitos de legislações, como as normas e também documentos e sistemas de classificação. No *software* utilizado no Capítulo 5 para a implementação desta informação, o *Revit*®, os produtos e sistemas construtivos já contêm o número correspondente na biblioteca da *OmniClass*™. Este sistema de classificação já é reconhecido internacionalmente, e apesar de já existir em alguns países, em Portugal ainda não se encontra oficialmente aceite um sistema de classificação para organizar a informação na construção.

O primeiro grupo estudado representa um perfil estrutural metálico, neste caso um perfil com secção retangular oca. As propriedades associadas encontram-se expostas no Quadro 4.11. Neste produto entendem-se como relevantes as categorias de parâmetros gerais, características físicas e geométricas, informações da sua composição, desempenho, embalagem e armazenamento e outras não categorizadas, na secção de diversos. É importante saber que existem tabelas de perfis que contêm informação, tanto geométricas como de desempenho, que são utilizadas para dimensionamento. Muita dessa informação deriva das características geométricas principais, tais como o raio de giração ou a inércia. Essa

informação não se encontra nestas tabelas por se tratar de dados relativos ao dimensionamento, e não é o aspeto que principalmente interessa para o estudo que se pretende realizar.

Quadro 4.11 - Propriedades relativas a Perfis Ocos Soldados.

8.1.1. Perfis Ocos Soldados				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
8.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
8.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	EN 10027
8.1.1.3.		Número de referência	Número	Pr_20_93_52_14
8.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
8.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
8.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Número	Pr_20_93_52_14
8.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Número	EN
8.1.1.8.	Características físicas e geométricas	Forma de Perfil	Texto	NP E 10219-1
8.1.1.9.		Dimensões	N/A	NP EN 10219-2
8.1.1.10.		Altura	mm	NP EN 10219-2
8.1.1.11.		Largura	mm	NP EN 10219-2
8.1.1.12.		Diâmetro	mm	NP EN 10219-2
8.1.1.13.		Espessura	mm	NP EN 10219-2
8.1.1.14.		Ovalização	%	NP EN 10219-2
8.1.1.15.		Convexidade/Concavidade	%	NP EN 10219-2
8.1.1.16.		Esquadria	Desvio (°)	NP EN 10219-2
8.1.1.17.		Torção	mm/m	NP EN 10219-2
8.1.1.18.		Retitude	%	NP EN 10219-2
8.1.1.19.		Comprimento	mm	NP EN 10219-2
8.1.1.20.		Área de pintura	m²/m	Proposto
8.1.1.21.		Peso por unidade	kg/m	49-71 69 13
8.1.1.22.	Composição	Tipo de Aço	Texto	NP EN 10219-1
8.1.1.23.		Carbono (C)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.24.		Manganês (Mn)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.25.		Fósforo (P)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.26.		Enxofre (S)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.27.		Silício (Si)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.28.		Azoto (N)	%	NP EN 10219-1
8.1.1.29.	Desempenho	Módulo de elasticidade (E)	N/mm²	ProNIC®
8.1.1.30.		Módulo de rigidez (G)	N/mm²	ProNIC®
8.1.1.31.		Coeficiente de Poisson	Valor	ProNIC®
8.1.1.32.		Coeficiente de dilatação térmica	/(°C)	ProNIC®
8.1.1.33.		Densidade	kg/m³	ProNIC®

Quadro 4.11 - Propriedades relativas a Perfis Ocos Soldados (continuação).

8.1.1.34.	Desempenho	Tensão de cedência	N/mm ²	NP EN 10219-1
8.1.1.35.		Tensão de rotura	N/mm ²	NP EN 10219-1
8.1.1.36.		Extensão mínima	%	NP EN 10219-1
8.1.1.37.		Resistência à flexão por choque	Valor	NP EN 10219-1
8.1.1.38.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Texto	49-61 71 15
8.1.1.39.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
8.1.1.40.		Condições de armazenamento	Texto	Proposto
8.1.1.41.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
8.1.1.42.		Humidade	%	Proposto
8.1.1.43.		Temperatura	°C	Proposto
8.1.1.44.		Disponibilidade	Número	Proposto
8.1.1.45.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
8.1.1.46.		Local de aplicação	Texto	Proposto
8.1.1.47.		Data de construção	Data	Pr_20_93_52_14
8.1.1.48.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
8.1.1.49.		Garantia	N/A	49-61 51 00
8.1.1.50.		Descrição	Texto	49-61 51 13
8.1.1.51.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
8.1.1.52.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13

Quadro 4.12 – Propriedades relativas ao tijolo cerâmico.

12.1.1. Tijolo Cerâmico				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
12.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
12.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	EN
12.1.1.3.		Número de referência	Número	Pr_20_93_52_14
12.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
12.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
12.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Pr_20_93_52_14
12.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Texto	EN
12.1.1.8.	Características físicas e geométricas	Dimensões	N/A	ProNIC®
12.1.1.9.		Altura	mm	ProNIC®
12.1.1.10.		Comprimento	mm	ProNIC®
12.1.1.11.		Espessura	mm	ProNIC®
12.1.1.12.		Peso por unidade	kg	49-71 69 13
12.1.1.13.	Desempenho	Resistência à Compressão	N/mm ²	NP EN 772-1
12.1.1.14.		Estabilidade dimensional	Valor	NP EN 771-1
12.1.1.15.		Aderência	N/mm ²	NP EN 771-1
12.1.1.16.		Teor em sais solúveis ativos	Categoria	NP EN 772-5
12.1.1.17.		Reação ao fogo	Euroclasse	EN 13501-1
12.1.1.18.		Absorção de água	Texto	NP EN 772-7
12.1.1.19.		Coeficiente de difusão de vapor de água	μ	NP EN 772-7
12.1.1.20.		Isolamento acústico aéreo	N/A	NP EN 771-1
12.1.1.21.		Massa volúmica bruta	Kg/m ³	NP EN 772-13
12.1.1.22.		Configuração	Fig.	NP EN 771-1
12.1.1.23.		Resistência térmica	m ² K/W	NP EN 771-1
12.1.1.24.		Resistência ao gelo-degelo	Categoria	NP EN 771-1
12.1.1.25.		Substâncias perigosas	Texto	NP EN 771-1
12.1.1.26.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	N/A	49-61 71 15
12.1.1.27.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
12.1.1.28.		Condições de armazenamento	N/A	Proposto
12.1.1.29.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
12.1.1.30.		Humidade	%	Proposto
12.1.1.31.		Temperatura	°C	Proposto
12.1.1.32.		Disponibilidade	Valor	Proposto
12.1.1.33.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
12.1.1.34.		Local de aplicação	N/A	Proposto
12.1.1.35.		Data de construção	Data	Pr_20_93_52_14
12.1.1.36.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
12.1.1.37.		Garantia	N/A	49-61 51 00
12.1.1.38.		Descrição	Texto	49-61 51 13
12.1.1.39.		Data de começo	N/A	49-61 51 21 11
12.1.1.40.		Data de expiração	N/A	49-61 51 21 13

Quadro 4.13 - Propriedades relativas ao tijolo de vidro.

12.1.2. Tijolo de Vidro				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
12.1.2.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
12.1.2.2.		Descrição do produto	Texto	EN
12.1.2.3.		Número de referência	Número	Pr_20_93_52_14
12.1.2.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
12.1.2.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
12.1.2.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Pr_20_93_52_14
12.1.2.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Texto	EN
12.1.2.8.	Características físicas e geométricas	Dimensões	N/A	ProNIC®
12.1.2.9.		Altura	mm	ProNIC®
12.1.2.10.		Comprimento	mm	ProNIC®
12.1.2.11.		Espessura	mm	ProNIC®
12.1.2.12.		Peso por unidade	kg	NP EN 1501-1
12.1.2.13.		Cor	Texto	49-61 41 53
12.1.2.14.	Desempenho	Resistência à compressão	MPa	NP EN 1051-1
12.1.2.15.		Resistência aos choques térmicos	°C	NP EN 1051-2
12.1.2.16.		Resistência à rotura	kN	NP EN 1051-2
12.1.2.17.		Transmissão de luz	%	EN 673
12.1.2.18.		Coeficiente de transmissão do calor (U)	W/(m².K)	NP EN 1051-2
12.1.2.19.		Isolamento acústico	dB	EN 717-1
12.1.2.20.		Resistência ao fogo	Classe	EN 1350-1
12.1.2.21.		Transmissão luminosa (Tv)	Coeficiente	EN 410
12.1.2.22.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Texto	49-61 71 15
12.1.2.23.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
12.1.2.24.		Condições de armazenamento	N/A	ProNIC®
12.1.2.25.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
12.1.2.26.		Humidade	%	Proposto
12.1.2.27.		Temperatura	°C	Proposto
12.1.2.28.		Disponibilidade	Valor	Proposto
12.1.2.29.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
12.1.2.30.		Local de aplicação	Data	Proposto
12.1.2.31.		Data de construção	Data	Pr_20_93_52_14
12.1.2.32.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
12.1.2.33.		Método de limpeza	Texto	49-61 81 33
12.1.2.34.		Garantia	N/A	49-61 51 00
12.1.2.35.		Descrição	Texto	49-61 51 13
12.1.2.36.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
12.1.2.37.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13

Quadro 4.14 - Propriedades relativas à porta exterior.

15.1.1. Porta Exterior				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
15.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
15.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	EN
15.1.1.3.		Número de referência	Número	Ss_25_30_20_30
15.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
15.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
15.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Ss_25_30_20_30
15.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Texto	EN
15.1.1.8.	Características físicas e geométricas	Material	Texto	Ss_25_30_20_30
15.1.1.9.		Dimensões	N/A	49-71 19 00
15.1.1.10.		Altura	mm	NP EN 14351-1
15.1.1.11.		Comprimento	mm	49-71 19 13
15.1.1.12.		Espessura	mm	49-71 19 25
15.1.1.13.		Peso por unidade	kg	49-71 69 13
15.1.1.14.		Cor	Texto	49-61 41 53
15.1.1.15.		Acabamento	Texto	49-61 41 57
15.1.1.16.	Desempenho	Tipo de abertura	Texto	49-81 61 35 11
15.1.1.17.		Estanquidade à água	Classe	EN 1027
15.1.1.18.		Resistência ao vento – Pressão	Classe	EN 12210
15.1.1.19.		Resistência ao vento – Deformação	Classe	EN 12210
15.1.1.20.		Resistência ao impacto	kPa	NP EN 14351-1
15.1.1.21.		Transmissão térmica (U)	W/m².°C	NP EN 14351-1
15.1.1.22.		Transmissão luminosa (Tv)	%	NP EN 14351-1
15.1.1.23.		Fator solar (g)	%	NP EN 14351-1
15.1.1.24.		Permeabilidade ao ar	Classe	EN 12207
15.1.1.25.		Resistência à neve	mm	NP EN 14351-1
15.1.1.26.		Resistência ao fogo	Euroclasse	NP EN 14351-1
15.1.1.27.		Isolamento sonoro	dB	NP EN 14351-1
15.1.1.28.		Coeficiente de transmissão de calor	Coeficiente	NP EN 14351-1
15.1.1.29.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Texto	49-61 71 15
15.1.1.30.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
15.1.1.31.		Condições de armazenamento	N/A	Proposto
15.1.1.32.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
15.1.1.33.		Humidade	%	Proposto
15.1.1.34.		Temperatura	°C	Proposto
15.1.1.35.		Disponibilidade	Valor	Proposto

Quadro 4.14 - Propriedades relativas à porta exterior (continuação).

15.1.1.36.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
15.1.1.37.		Local de aplicação	N/A	Proposto
15.1.1.38.		Data de construção	Data	Ss_25_30_20_30
15.1.1.39.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
15.1.1.40.		Método de limpeza	Texto	49-61 81 33
15.1.1.41.		Garantia	N/A	49-61 51 00
15.1.1.42.		Descrição	Texto	49-61 51 13
15.1.1.43.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
15.1.1.44.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13

Quadro 4.15 - Propriedades relativas a revestimentos cerâmicos colados.

18.1.1. Revestimentos cerâmicos colados				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
18.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
18.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	EN
18.1.1.3.		Número de referência	Número	Pr_35_93_96_19
18.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
18.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
18.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Pr_35_93_96_19
18.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Texto	EN
18.1.1.8.	Características físicas e geométricas	Dimensões	N/A	NP EN 14411
18.1.1.9.		Altura	mm	NP EN 14411
18.1.1.10.		Comprimento	mm	NP EN 14411
18.1.1.11.		Espessura	mm	NP EN 14411
18.1.1.12.		Peso por unidade	kg	49-71 69 13
18.1.1.13.		Retilinearidade das arestas	%	NP EN 14411
18.1.1.14.		Ortogonalidade	%	NP EN 14411
18.1.1.15.		Planaridade	%	NP EN 14411
18.1.1.16.		Cor da face exposta	Texto	49-61 41 53

Quadro 4.15 - Propriedades relativas a revestimentos cerâmicos colados (continuação).

18.1.1.17.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Valor	Proposto
18.1.1.18.		Unidades por embalagem	N/A	Proposto
18.1.1.19.		Condições de armazenamento	Meses	49-41 31 81
18.1.1.20.		Tempo máximo	%	49-41 31 81
18.1.1.21.		Humidade	%	Proposto
18.1.1.22.		Temperatura	°C	Proposto
18.1.1.23.		Disponibilidade	N/A	NP EN 14411
18.1.1.24.	Desempenho	Resistência à flexão	Classe	NP EN 14411
18.1.1.25.		Resistência ao choque térmico	Classe	NP EN 14411
18.1.1.26.		Resistência ao fendilhamento	Classe	NP EN 14411
18.1.1.27.		Resistência ao gelo	Classe	NP EN 14411
18.1.1.28.		Resistência aos ácidos e bases	Classe	NP EN 14411
18.1.1.29.		Resistência aos produtos de limpeza	Classe	NP EN 14411
18.1.1.30.		Resistência às manchas	Classe	NP EN 14411
18.1.1.31.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
18.1.1.32.		Local de aplicação	Texto	Proposto
18.1.1.33.		Data de construção	Data	Pr_35_93_96_19
18.1.1.34.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
18.1.1.35.		Método de limpeza	Texto	49-61 81 33
18.1.1.36.		Garantia	N/A	49-61 51 00
18.1.1.37.		Descrição	Texto	49-61 51 13
18.1.1.38.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
18.1.1.39.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13

Quadro 4.16 - Propriedades relativas a argamassa de assentamento.

18.1.2. Argamassa de assentamento				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
18.1.2.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
18.1.2.2.		Descrição do produto	Texto	EN
18.1.2.3.		Número de referência	Número	Ss_15_30_17_14
18.1.2.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
18.1.2.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
18.1.2.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Ss_15_30_17_14
18.1.2.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Número	EN
18.1.2.8.	Desempenho	Reação ao fogo	Euroclasse	EN 13501-1
18.1.2.9.		Aderência	N/mm²	NP EN 998-2
18.1.2.10.		Absorção de água	Classe	NP EN 998-2
18.1.2.11.		Resistência à compressão	Classe	NP EN 998-2
18.1.2.12.		Difusão do vapor de água (μ)	Valor	NP EN 998-2
18.1.2.13.		Condutividade térmica	Valor	EN 1745
18.1.2.14.		Tempo de vida expectável	Anos	NP EN 998-2
18.1.2.15.		Teor de Cloretos	%	EN 1015-17
18.1.2.16.		Resistência inicial ao corte	Classe	NP EN 998-2
18.1.2.17.		Permeabilidade ao vapor de água	Coeficiente	EN 1745
18.1.2.18.		Trabalhabilidade	min	EN 1015-9
18.1.2.19.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Texto	Proposto
18.1.2.20.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
18.1.2.21.		Condições de armazenamento	N/A	ProNIC®
18.1.2.22.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
18.1.2.23.		Humidade	%	Proposto
18.1.2.24.		Temperatura	°C	Proposto
18.1.2.25.	Diversos	Traço	Relação	ProNIC®
18.1.2.26.		Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
18.1.2.27.		Local de aplicação	Texto	Proposto
18.1.2.28.		Data de construção	Data	Ss_15_30_17_14
18.1.2.29.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
18.1.2.30.		Garantia	N/A	49-61 51 00
18.1.2.31.		Descrição	Texto	49-61 51 13
18.1.2.32.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
18.1.2.33.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13
18.1.2.34.		Aplicação	N/A	Proposto
18.1.2.35.		Ferramentas	Texto	Proposto
18.1.2.36.		Camadas	Valor	ProNIC®
18.1.2.37.		Espessura	mm	ProNIC®
18.1.2.38.		Lavagem da ferramenta	Texto	Proposto

Quadro 4.17 - Propriedades relativas a argamassas de reboco.

18.1.3. Argamassa de reboco				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
18.1.3.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
18.1.3.2.		Descrição do produto	Texto	EN
18.1.3.3.		Número de referência	Texto	Ss_15_30_17_14
18.1.3.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
18.1.3.5.		Morada registada do fabricante	Número	EN
18.1.3.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Ss_15_30_17_14
18.1.3.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Número	EN
18.1.3.8.	Desempenho	Reação ao fogo	Euroclasse	EN 13501-1
18.1.3.9.		Aderência	N/mm ²	NP EN 998-1
18.1.3.10.		Absorção de água	Classe	NP EN 998-1
18.1.3.11.		Resistência à compressão	Classe	NP EN 998-1
18.1.3.12.		Difusão de vapor de água	Classe	NP EN 998-1
18.1.3.13.		Condutividade térmica	W/(m.K)	EN 1745
18.1.3.14.		Tempo de vida expectável	Anos	NP EN 998-1
18.1.3.15.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Texto	Proposto
18.1.3.16.		Unidades por embalagem	Valor	Proposto
18.1.3.17.		Condições de armazenamento	N/A	49-41 31 81
18.1.3.18.		Tempo máximo	Meses	49-41 31 81
18.1.3.19.		Humidade do ar	%	Proposto
18.1.3.20.		Temperatura	°C	Proposto
18.1.3.21.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
18.1.3.22.		Local de aplicação	Texto	Proposto
18.1.3.23.		Data de construção	Data	Ss_15_30_17_14
18.1.3.24.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
18.1.3.25.		Garantia	N/A	49-61 51 00
18.1.3.26.		Descrição	Texto	49-61 51 13
18.1.3.27.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
18.1.3.28.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13
18.1.3.30.		Aplicação	N/A	Proposto
18.1.3.31.		Ferramentas	Texto	Proposto
18.1.3.32.		Camadas	Valor	Proposto
18.1.3.33.		Espessura	mm	Proposto
18.1.3.34.		Lavagem de ferramentas	Texto	Proposto

Quadro 4.18 - Propriedades relativas ao vidro laminado e vidro laminado de segurança.

19.1.1. Vidro laminado e vidro laminado de segurança				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
19.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
19.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	EN
19.1.1.3.		Número de referência	Número	Pr_30_59_97_16
19.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	EN
19.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	EN
19.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Texto	Pr_30_59_97_16
19.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Número	EN
19.1.1.8.	Características físicas e geométricas	Dimensões	N/A	49-71 19 00
19.1.1.9.		Altura	mm	49-71 19 21
19.1.1.10.		Comprimento	mm	49-71 19 13
19.1.1.11.		Espessura	mm	49-71 19 25
19.1.1.12.		Peso por unidade	kg	49-71 69 13
19.1.1.13.		Distorção ótica	Texto	Proposto
19.1.1.14.		Opacidade	Texto	49-91 51 59
19.1.1.15.	Desempenho	Resistência ao fogo	Euroclasse	EN 13501-1
19.1.1.16.		Reação ao fogo	Euroclasse	EN 13501-1
19.1.1.17.		Desempenho ao fogo exterior	Classe	EN 13501-1
19.1.1.18.		Resistência à bala	Classe	EN 1063
19.1.1.19.		Resistência à explosão	Classe	EN 13541
19.1.1.20.		Resistência ao arrombamento	Classe	EN 356
19.1.1.21.		Resistência ao impacto de corpo pendular	Classe	EN 12600
19.1.1.22.		Resistência termomecânica	Classe	NP EN 14449
19.1.1.23.		Resistência à neve	mm	NP EN 14449
19.1.1.24.		Isolamento sonoro	dB	NP EN 14449
19.1.1.25.		Coeficiente de transmissão do calor (U)	W(m².K)	EN 637
19.1.1.26.		Propriedades de transmissão do calor	Texto	NP EN 14449
19.1.1.27.		Transmissão luminosa (Tv)	%	EN 410
19.1.1.28.		Fator solar (g)	%	EN 410
19.1.1.29.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
19.1.1.30.		Local de aplicação	Texto	Proposto
19.1.1.31.		Data de construção	Data	Pr_30_59_97_16
19.1.1.32.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
19.1.1.33.		Método de limpeza	Texto	49-61 81 33
19.1.1.34.		Garantia	N/A	49-61 51 00
19.1.1.35.		Descrição	Texto	49-61 51 13
19.1.1.36.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
19.1.1.37.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13

Quadro 4.19 - Propriedades relativas a tintas para paredes e tetos interiores.

20.1.1. Tinta para paredes e tetos interiores				
Nº	Categoria	Parâmetro	Unidades	Origem
20.1.1.1.	Características Gerais	Nome do produto	Texto	49-61 41 11
20.1.1.2.		Descrição do produto	Texto	NP 3284
20.1.1.3.		Número de referência	Número	Ss_15_30_17_14
20.1.1.4.		Nome do Fabricante	Texto	NP 3284
20.1.1.5.		Morada registada do fabricante	Texto	NP 3284
20.1.1.6.		Contacto do fornecedor	Número	Ss_15_30_17_14
20.1.1.7.		Ano de obtenção da Marcação CE	Número	EN
20.1.1.8.	Características físicas	Acabamento	Texto	NP 4378
20.1.1.9.		Cor	Texto	NP 4378
20.1.1.10.		Brilho especular	Texto	NP 4378
20.1.1.11.		Viscosidade	(N.s)/m ²	NP 234
20.1.1.12.	Desempenho	Resistência à lavagem e à esfrega húmida	Ciclos	NP 4378
20.1.1.13.		Resistência à fissuração a espessuras	µm	NP 4378
20.1.1.14.		Reação ao fogo	Classe	EN 13501-1
20.1.1.15.		Permeabilidade ao vapor de água	Classe	EN 1745
20.1.1.16.		Permeabilidade à água líquida	Classe	NP EN 1062
20.1.1.17.		Rendimento prático	m ² /L	Proposto
20.1.1.18.	Embalagem e armazenamento	Formato da embalagem	Valor	Proposto
20.1.1.19.		Unidades por embalagem	N/A	Proposto
20.1.1.20.		Condições de armazenamento	Meses	49-41 31 81
20.1.1.21.		Tempo máximo	%	49-41 31 81
20.1.1.22.		Humidade	°C	Proposto
20.1.1.23.		Temperatura	N/A	Proposto
20.1.1.24.	Diversos	Preço de reposição da unidade	€	49-41 61 11
20.1.1.25.		Local de aplicação	Texto	Proposto
20.1.1.26.		Data de construção	Data	Ss_15_30_17_14
20.1.1.27.		Tempo de vida expectável	Anos	49-41 31 23
20.1.1.28.		Garantia	N/A	49-61 51 00
20.1.1.29.		Descrição	Texto	49-61 51 13
20.1.1.30.		Data de começo	Data	49-61 51 21 11
20.1.1.31.		Data de expiração	Data	49-61 51 21 13
20.1.1.32.		Aplicação	N/A	Proposto
20.1.1.33.		Ferramentas	Texto	Proposto
20.1.1.34.		Camadas	Valor	Proposto
20.1.1.35.		Espessura	mm	Proposto
20.1.1.36.		Lavagem da ferramenta	Texto	Proposto

5

IMPLEMENTAÇÃO NO SOFTWARE REVIT DO CASO DE ESTUDO

5.1. INTRODUÇÃO

5.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O SOFTWARE

No presente capítulo testar-se-ão, na utilização de um *software* com potencialidades de modelação paramétrica os produtos e respetivos parâmetros abordados nos capítulos anteriores, e verificar até que ponto e de que maneira o *software* utilizado consegue abarcar a informação abordada. O *software* utilizado será o *Revit*®, da *Autodesk*, na sua versão de estudante de 2018 em língua inglesa.

No próximo subcapítulo (5.2.) serão descritas com maior pormenor as etapas de modelação, no entanto é importante ressaltar que esta etapa tem como base um modelo já existente, apresentado no Capítulo 3, que apesar de estar aproximado em termos gráficos, o nível de informação dos mesmos é naturalmente pobre, e é esse mesmo aspeto que vai ser mais aprofundado no presente capítulo.

Este modelo tem como base um *template* de arquitetura, que vai de encontro àquilo que está a ser estudado, visto que quase todos os produtos abordados anteriormente pertencem ao projeto de arquitetura (com exceção do perfil metálico, que pertence ao projeto de estruturas), e desta forma a área e a base de trabalho do *software* está direcionada para os elementos relacionados com a especialidade arquitetura, apesar de também se poderem adicionar componentes e realizar análises ao nível de estruturas, de AVAC, hidráulica e avaliações energéticas.

Em termos de nomenclatura e transmissão da linguagem adotada nos capítulos anteriores para o ambiente *Revit*®, é importante prevenir alguns possíveis conflitos em termos de compreensão. Por exemplo, os produtos utilizados anteriormente não correspondem exatamente a objetos dentro do *software Revit*®, sendo que dentro do programa um objeto corresponde a todo um elemento construtivo e pode envolver um ou mais materiais ou produtos.

Ao nível de famílias (mais detalhadas no subcapítulo 5.2.5.) foram utilizadas as já presentes no modelo, que em grande parte são nativas do *Revit*®, sendo assim mais fidedignas e melhor parametrizadas, apresentando maior consistência a nível gráfico e também de informação. Para além destas famílias já existentes, a plataforma do *software* também permite criar as próprias famílias de raiz, ou editar as já existentes, podendo assim ser adaptadas ao caso de estudo.

5.1.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O HARDWARE UTILIZADO

Um *software* como o *Revit*® necessita de um hardware que esteja preparado para o correr sem grandes problemas, tais como lentidão no processamento e quebras momentâneas. Para além disso, com o aumentar da complexidade do modelo, este torna-se mais pesado, dificultando o processamento por

parte do computador, e ainda mais se se quiser utilizar um nível de detalhe gráfico maior, esta última parte importante quando se pretendem fazer vistas realistas (renderizações).

Ficam assim seguidamente citadas algumas características do hardware utilizado nesta fase de modelação, que permitiram fazer o trabalho sem problemas de maior:

- Processador: Intel® Core™ i5-7300HQ CPU @ 2.50GHz;
- Memória RAM: 8,00 GB (7,89 utilizável);
- Tipo de sistema: Sistema Operativo de 64 bits, processador baseado em x64;
- Placa gráfica: NVIDIA GeForce GTX 1050;
- Sistema Operativo: Windows 10 Home.

5.2. AMBIENTE REVIT, TEMPLATES, OBJETOS E FAMÍLIAS

5.2.1. GENERALIDADES DO REVIT

O *Revit*®, tal como já foi referido anteriormente é um *software* da *Autodesk*®, que utiliza a metodologia BIM (*Building Information Modelling*) e permite a realização de trabalhos de arquitetura, estruturas e MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*) e ainda análises energéticas.

Este *software* permite ao utilizador criar um modelo gráfico em 3 dimensões, que é composto por uma variedade de objetos com informação gráfica e não gráfica, separando-se assim por esta última parte dos *softwares* CAD (*Computer Aided Design*). Toda esta informação associada a um modelo pode ser extraída e adaptada aos vários usos durante o processo construtivo, assunto que será abordado com maior detalhe no Capítulo 6.

5.2.2. TEMPLATES

Devido às várias funcionalidades do *Revit*®, existem várias bases de trabalho denominadas *templates*. Estas bases de trabalho incluem configurações como tipos e espessuras de linha, famílias, configurações de materiais e de visualização, que permitem ao utilizador trabalhar com as ferramentas necessárias para o tipo de projeto em questão.

Os *templates* podem ser guardados e partilhados em formato *.rte* (*Revit template*) e são o ponto de partida para iniciar qualquer projeto, podendo também ser personalizados de acordo com as preferências do utilizador.

Os projetos são então elaborados em cima de *templates*, e têm a extensão de ficheiro *.rvt*. É neste tipo de ficheiro que se vai trabalhar nesta fase de modelação, sendo já neste formato fornecido o modelo apresentado no Capítulo 3.

5.2.3. ÁREA DE TRABALHO

Depois de selecionado o *template* a ser utilizado durante o processo de elaboração do modelo, o *Revit*® direciona o utilizador para a área de trabalho principal. O ambiente de trabalho do *Revit*® é essencialmente composto por quatro tipos de menus ou barras de funcionalidades, como se pode observar na Figura 5.1, onde se encontram contornadas a vermelho.

A barra mais acima corresponde à barra de acesso rápido, onde se encontram várias opções acerca das definições gerais do projeto e de visualização do mesmo. A barra subjacente à superior corresponde à barra que contém as maiores funcionalidades do *software*, onde se podem adicionar objetos ao projeto, relativamente às várias especialidades, , inserir plantas, fazer análises, editar a envolvente, gerir opções de visualização e ainda opções relacionadas com a colaboração.

A barra da esquerda corresponde ao navegador de projeto (*project browser*), onde se encontram todas as vistas, tais como plantas, alçados, cortes e vistas em 3D, bem como quadros, famílias e grupos. De relembrar que, este *software*, à luz da metodologia de trabalho BIM, permite a edição ou mesmo a

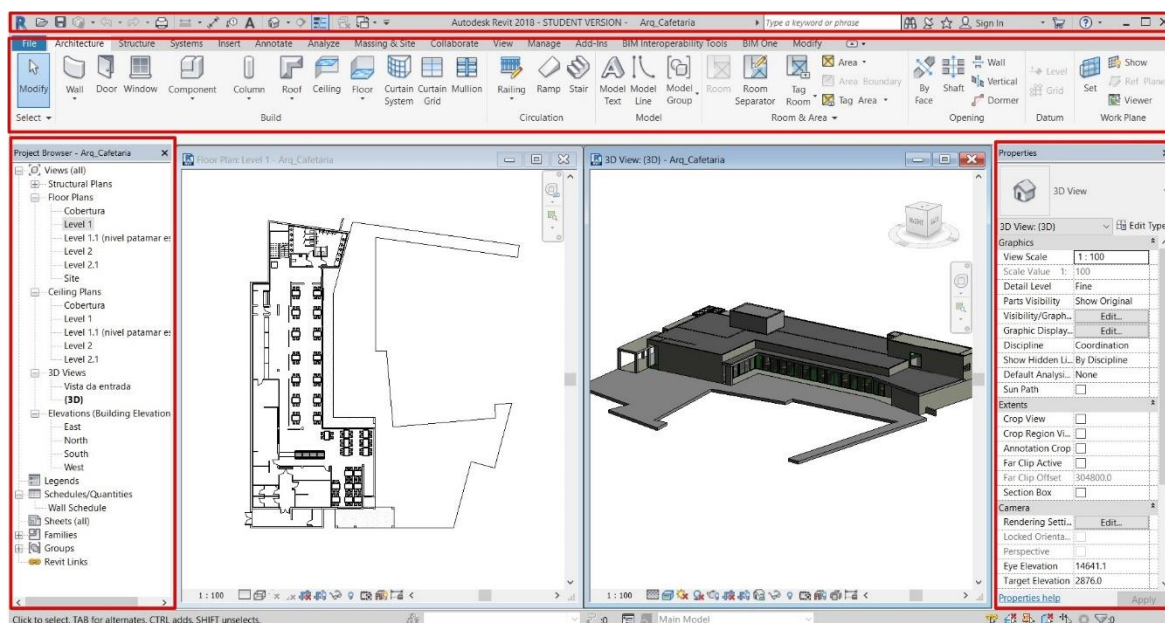


Figura 5.1 - Área de trabalho padrão do Revit®.

criação de uma vista, sendo simultânea a sua alteração em todas as outras, de modo que este navegador permite ter uma visão geral de todas as vistas e permite também a sua gestão.

A barra da direita está relacionada com as propriedades do elemento selecionado, seja ele uma vista ou objeto, e permite a edição dos seus parâmetros. A zona central corresponde à zona de visualização da vista selecionada. No caso da Figura 5.1, estão dispostas duas vistas, à esquerda a planta do piso 0 e no lado direito a vista 3D.

5.2.4. OBJETOS

Os objetos no Revit® correspondem aos elementos que formam o modelo, e daqui surge a grande vantagem deste tipo de modelação.

Os objetos são considerados paramétricos, isto é, contêm uma quantidade mais ou menos extensa informação, a nível gráfico e não gráfico que o caracteriza. Estes parâmetros são editáveis, de modo a adaptar o objeto à sua realidade e aos fins para que foi projetado e concebido.

A parametrização surge aqui como um conceito importante no que toca aos objetos de um modelo, na medida em que os objetos podem ter diferentes complexidades de informação. Existem objetos que não necessitam de ser parametrizados, como por exemplo peças de mobiliário únicas e parafusos, objetos que já seguem normas e standards específicos. No entanto, em elementos que tenham variações de dimensões e parâmetros, é importante parametrizar para tornar mais eficaz a edição dos mesmos.

5.2.5. FAMÍLIAS DE OBJETOS

As famílias de objetos, no Revit®, correspondem a um conjunto de objetos que partilham entre si determinadas características que lhe são intrínsecas. As famílias podem ainda conter subfamílias ou

subtipos. Para melhor explicar como funcionam as famílias de objetos, iremos analisar o caso de uma parede. Na Figura 5.2 encontra-se o menu de edição das propriedades de uma parede genérica.

Parameter	Value
Construction	
Structure	Edit...
Wrapping at Inserts	Do not wrap
Wrapping at Ends	None
Width	200.0
Function	Exterior
Graphics	
Coarse Scale Fill Pattern	
Coarse Scale Fill Color	Black
Materials and Finishes	
Structural Material	Concrete, Precast
Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	5.2300 W/(m²·K)
Thermal Resistance (R)	0.1912 (m²·K)/W
Thermal mass	28.08 kJ/K
Absorptance	0.100000
Roughness	1
Identity Data	

Fig. 5.2 - Janela de propriedades da uma parede genérica no Revit®.

Como se pode observar, esta parede genérica, que é um objeto e elemento nativo do Revit®, está inserida num grupo de paredes denominado *Basic Wall*, que corresponde à família de objetos em que se encontra. As famílias de objetos contêm características únicas, essenciais para a sua função. No caso das paredes, estas devem ter propriedades tais como comprimento, espessura, altura, e até outras características de desempenho (Ver Figura 5.2), tratando-se assim de propriedades que só uma parede deve logicamente ter.

5.3. IMPLEMENTAÇÃO DOS DADOS EM REVIT

Para iniciar a fase de modelação, é necessário saber o que se vai transportar para o modelo em Revit®, isto é, a origem da informação que vai estar presente no modelo. Desta forma, como já foi exposto no Capítulo 3, implementar-se-ão os parâmetros abordados no capítulo anterior (4), e tendo em conta os dados disponibilizados em projeto, adaptá-los ao máximo aquilo que foi e é a realidade do caso de estudo. Posteriormente, na fase de modelação, irão também ser exemplificadas as condicionantes de projeto e do software.

5.4. MODELAÇÃO

5.4.1. INTRODUÇÃO

Neste subcapítulo irá ser apresentada e explicada a modelação propriamente dita, no qual serão adaptados para o modelo em Revit® os produtos do projeto indicados no Capítulo 4. A modelação seguirá a ordem explícita na Quadro 4.9.

5.4.2. PERFIS OCOS SOLDADOS

Os perfis ocos soldados estão presentes no projeto de execução de fundações e estruturas, informação retirada do mapa de medições, na secção referente à estrutura metálica. A designação do perfil no projeto é apresentada como RHS200x200x12,5, sendo que o RHS corresponde ao tipo de perfil, deste caso retangular oco (*Rectangular Hollow Section*), com dimensões em secção de 200 milímetros em ambas as direções, e uma espessura de 12,5 milímetros.

Um perfil como este não se encontra na biblioteca nativa do *Revit*®, pelo que esta família teve que ser criada de raiz. Para esse efeito foi utilizado um *template* de famílias de pilares estruturais metálicos, onde já se encontram algumas configurações relativas a este tipo de elementos.

Inicialmente, neste editor de famílias, foi criada a secção do elemento, seguida de uma extrusão (*Extrusion*), que deu ao elemento a sua extensão longitudinal. Na Figura 5.3 encontram-se a vista da secção (esquerda) e a vista a três dimensões (direita).

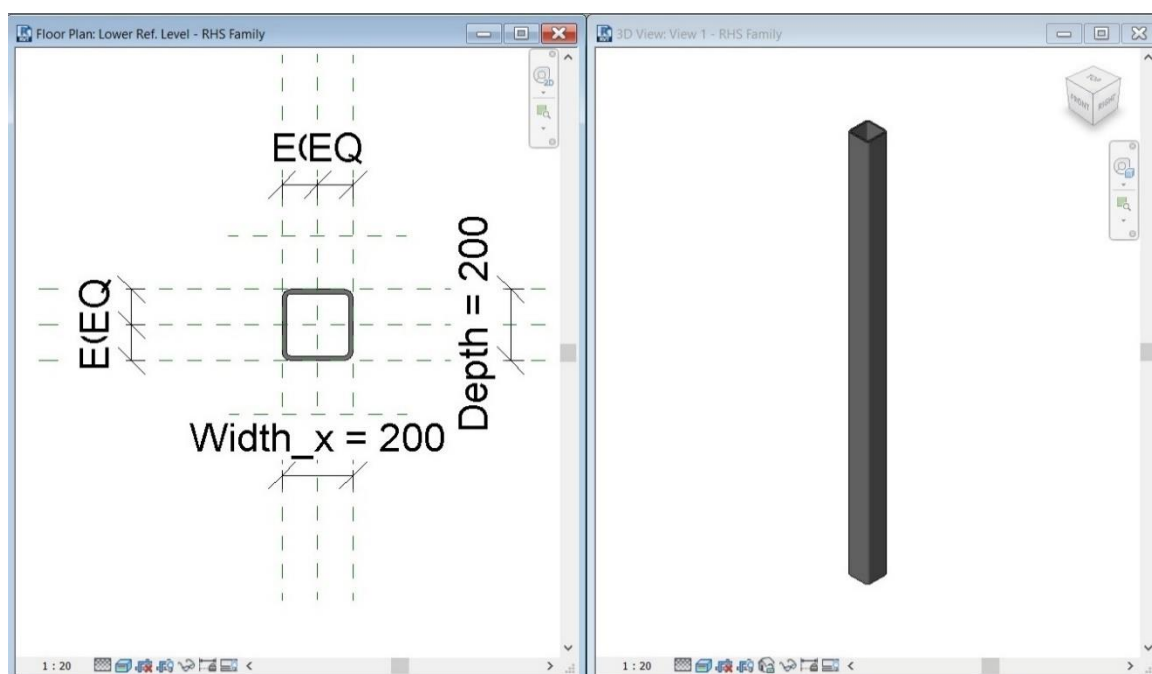


Fig. 5.3 - Secção e vista 3D do perfil modelado em *Revit*®.

Na Figura 5.3 encontram-se os resultados gráficos, isto é, a aparência física do perfil. No entanto, este ainda carece de informação relativa às suas propriedades. Para isso, foram alteradas as propriedades da família, acedendo ao menu *Family Types*, onde se podem criar, editar e remover parâmetros relativos à família.

No menu *Family Types*, existem já uma série de parâmetros *standard* associados ao elemento, que não podem ser removidos nem editados, no entanto podem ser adicionados novos parâmetros. Para adicionar novos parâmetros, existem duas opções: *project parameter* e *shared parameter*. Enquanto que o primeiro é modificado internamente no projeto, o último, tal como o nome indica, é um parâmetro partilhado, que pode ser usado em diferentes projetos e famílias. Como se vão usar estes parâmetros em várias famílias de objetos, é então vantajoso usar o *shared parameter*. Para criar um parâmetro deste tipo é necessário aceder ao menu *Manage*, na barra de ferramentas, seguido do menu *Shared Parameters*.

Na janela de criação de um parâmetro, seja ele de projeto ou compartilhado, para além do nome a definir para o parâmetro, existem ainda mais três opções, relacionadas com a disciplina, tipo de parâmetro e grupo de parâmetros. A disciplina está relacionada com a especialidade, isto é, se o parâmetro tem uma finalidade estrutural, de AVAC, elétrica, etc. O tipo de parâmetro indica o formato do valor do parâmetro, podendo corresponder a um número, texto, comprimento, peso, ângulo, volume, entre outros. O grupo de parâmetros indica a categoria de parâmetros em que se vai inserir.

Foram então criados os parâmetros partilhados, agrupados nas diferentes categorias (tal como indicado no Quadro 4.11), que se pode observar na Figura 5.4. À esquerda, na Figura 5.4, encontram-se os diversos grupos já criados, e à direita os parâmetros associados ao grupo de características gerais.

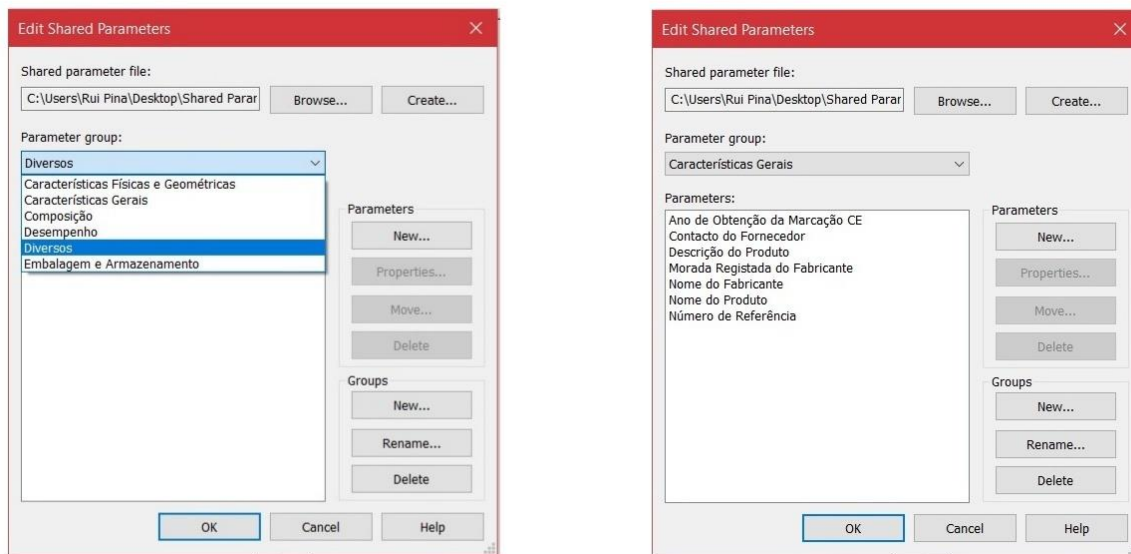


Fig. 5.4 - Janela de edição dos *shared parameters*, evidenciando os grupos e parâmetros da categoria de características gerais (Revit®).

Estes parâmetros já estão criados, porém ainda não se encontram associados à família dos perfis metálicos ociosos. Assim sendo, e voltando ao menu *Family Types*, são adicionados os parâmetros partilhados. Na Fig. 5.5 apresentam-se os parâmetros, já integrados no objeto, neste caso o pilar, relativos à categoria de características gerais. Na mesma figura observa-se também, no topo da janela, o nome da família, neste caso *RHS Family*, e imediatamente abaixo o tipo, que corresponde à subfamília denominada *RHS200x200x12,5*. No presente caso, apenas foi criado um objeto, pelo que a família tem apenas um tipo, porém, se se pretendesse criar um novo perfil *RHS* (*Rectangular Hollow Section*), com outras propriedades próprias, entrariam neste caso como um novo tipo de objeto.

Neste caso do perfil metálico, não vai estar mais detalhado o processo de modelação, por se tratar de um objeto com pouca complexidade. No Subcapítulo 5.4.4, aquando da criação da porta exterior, os passos irão ser mais explicados, visto se tratar de um objeto mais complexo.

Na Figura 5.5 pode também observar-se, para além dos parâmetros criados, os parâmetros *standard* do Revit®, que, pelo menos na versão utilizada (Estudante) não podem ser removidos nem alterados, mas que, no entanto, estão associados a outras potencialidades do programa. Este *software*, para além da capacidade de criação de modelos realistas e de parametrização, permite também ao utilizador efetuar análises estruturais, de instalações mecânicas, elétricas e hidráulicas, bem como a realização de análises energéticas. Desta forma, cada família de objetos contém um conjunto de parâmetros intrínsecos e inalteráveis, associados a essas mesmas análises. No caso do perfil oco metálico, como se trata de um

elemento estrutural, existem propriedades da família que não podem ser alteradas nem removidas por se tratarem de dados essenciais para o programa conseguir realizar análises estruturais.

Na modelação do presente pilar, não foram mostradas todas as propriedades apresentadas no Capítulo 4. Devido à sua extensão, serão abordados nos produtos e materiais seguintes outras propriedades para demonstrar ao máximo a variedade de propriedades adotadas.

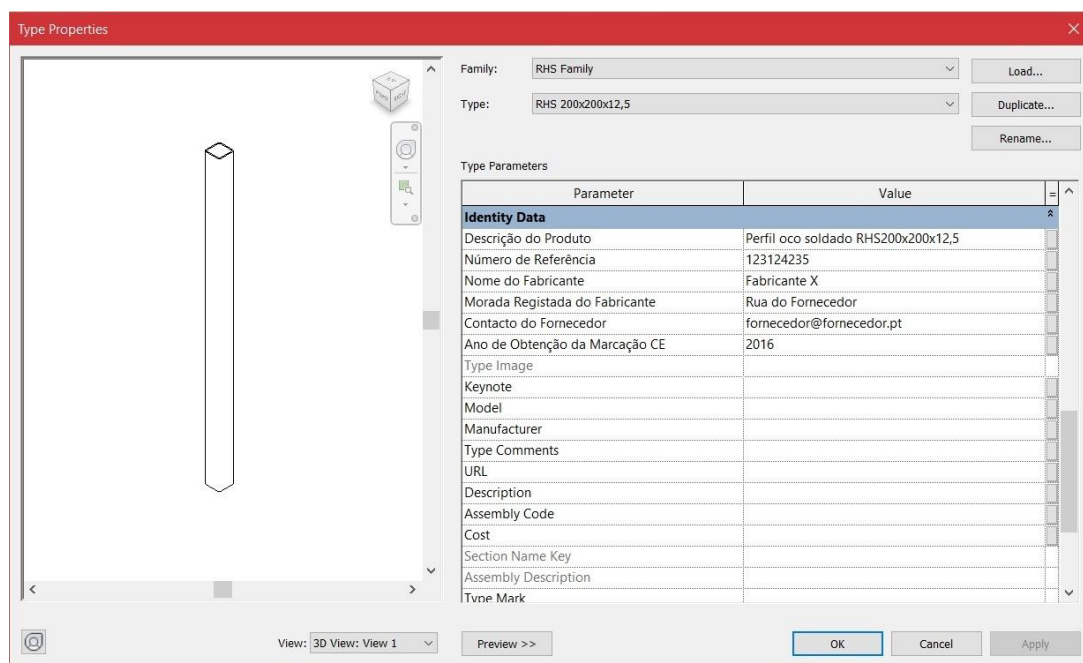


Fig. 5.5 - Propriedades do objeto modelado no projeto.

5.4.3. ELEMENTOS EM PAREDES: TIJOLO, REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS.

Nesta etapa, irão ser modelados os elementos relativos a paredes. Isto inclui os seguintes produtos incluídos nos quadros do Capítulo 4: Tijolo cerâmico, tijolo de vidro, revestimentos cerâmicos colados, argamassa de assentamento, argamassa de reboco e tinta para paredes e tetos interiores.

É importante referir que o *Revit*© apenas trabalha com elementos construtivos do sistema, como por exemplo uma parede, um pilar, um teto, um piso ou uma cobertura. Esses elementos, e pegando já no caso que se vai abordar seguidamente (parede) são constituídos por diversos materiais, neste contexto as camadas que constituem uma parede.

De notar que, nos dados de projeto fornecidos, nomeadamente no Caderno de Encargos relativo ao projeto de Arquitetura, a parede que seguidamente vai ser modelada está repartida em três partes, com informação relativa a alvenaria de tijolo cerâmico, onde entra o tijolo cerâmico e argamassa de assentamento, o capítulo de revestimento de paredes, onde entra a argamassa de reboco, e por fim a secção de pinturas, onde entra a tinta para paredes interiores. No Quadro 5.1, encontram-se descritas as camadas da parede e os materiais empregues, bem como as espessuras relacionadas.

Desta forma, o procedimento passa então por analisar uma parede interior (Quadro 4.3 – Subcapítulo 12.1). No modelo fornecido, as paredes interiores são quase na totalidade paredes *standard* ou genéricas, pelo que será criada uma nova subfamília, inserida na família das *Basic Walls*.

Quadro 5.1 - Descrição no projeto da parede a modelar.

Parede Interior		
Camada	Material	Espessura
Alvenaria	Tijolo vazado 30x20x11	110 mm
Revestimento	Chapisco, emboço e reboco + cerzite	21 mm + 10 mm
Pintura	Tinta	Não aplicável

Em primeiro lugar será criada uma parede interior simples, com alvenaria de tijolo cerâmico, argamassa de reboco e pintura, sendo para isso necessário, dentro da família *Basic Wall*, criar um novo tipo, e de seguida editar a sua estrutura (*Structure*). É nesta janela que é possível editar toda a estrutura e constituintes da parede. As camadas que constituem a parede têm neste menu três funções: Função (Estrutural, acabamento, camada de ar, etc.), material e espessura. Na Figura 5.6 encontra-se a estrutura da Parede Interior no *Revit*®.

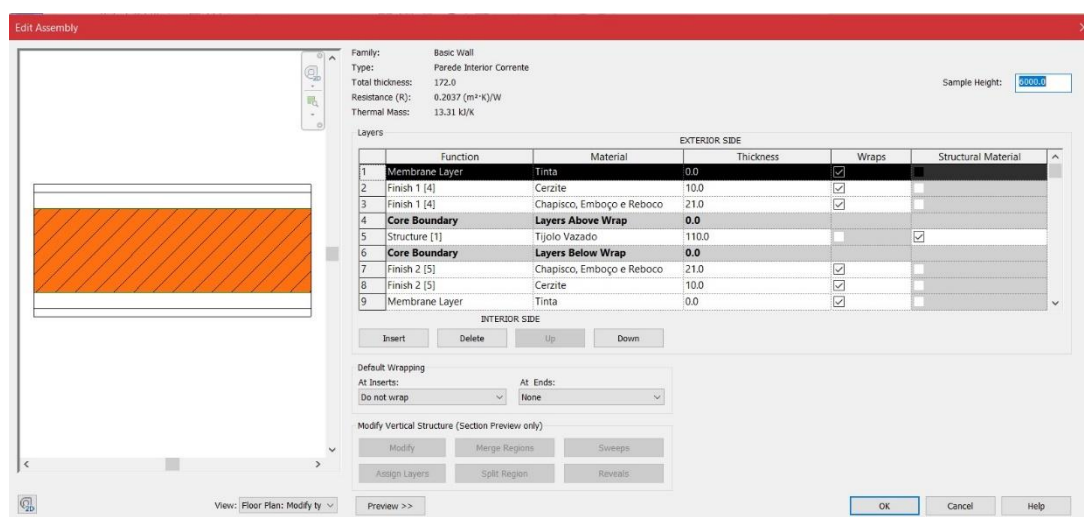


Fig. 5.6 - Estrutura da Parede Interior.

É, no entanto, na opção relacionada com o material que se poderão associar as propriedades relativas aos materiais que compõem a camada. Neste submenu encontram-se listados os materiais existentes na biblioteca do *Revit*®, havendo, no entanto, a possibilidade de criar novos ou editar materiais já existentes. Ainda no menu dos materiais, encontram-se as características dos mesmos, divididas em vários grupos, os chamados *assets*. Estes grupos podem ser retirados e adicionados, consoante o tipo de material que se está a trabalhar, contudo não se podem adicionar novos *assets* para além dos cinco já pré-definidos pelo *Revit*®.

Os *assets* podem estar relacionados com cinco classes: a identidade do produto (*Identity*) e informação relativa à aparência (*Graphics* e *Appearance*), bem como características físicas (*Physics*) e térmicas (*Thermal*) do material. No grupo relativo à identidade, encontra-se essencialmente informação descritiva do produto e do fornecedor. No grupo *Graphics* pode editar-se a informação relativa à aparência do material em vistas não renderizadas, enquanto que no *Appearance* se edita a aparência em vistas mais realistas (renderizadas). No grupo *Physics* pode ser adicionada informação para análises estruturais, e por fim, no *Thermal*, encontra-se informação relacionada com análises energéticas, como se pode verificar na Figura 5.7.

Os valores presentes das propriedades térmicas, na Figura 5.7 permitem uma posterior análise energética, que como já foi referido anteriormente é uma das potencialidades do *software*.

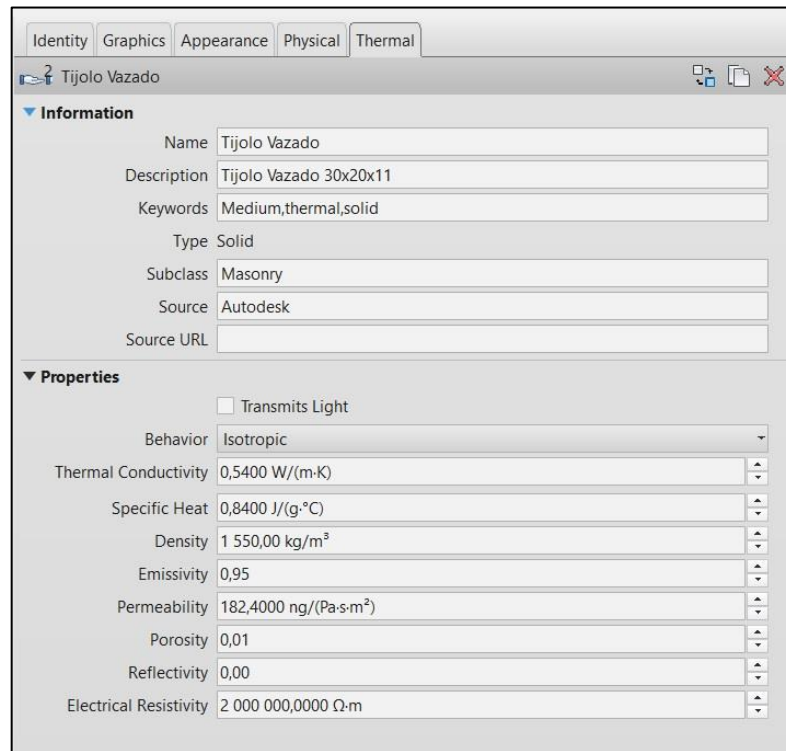


Fig. 5.7 - Menu de edição dos materiais, aba das propriedades térmicas (Revit®).

Nesta secção das propriedades não é possível alterar, remover ou adicionar novas propriedades, visto que estas se encontram intrínsecas ao programa para a realização de *renders* e análises estruturais e energéticas. Por esta razão fica assim impossibilitada a adição de todas as propriedades que se pretendiam à partida. Isto deve-se ao facto de que elementos como paredes, tetos e pisos são famílias do sistema, e não podem ser alteradas como as famílias que se irão retratar no Subcapítulo 5.4.4.

Deste modo não é possível também entrar com informação relativa à argamassa de assentamento, por estar ligada ao conjunto alvenaria de tijolo. É, no entanto, um nível de detalhe que pode estar associado à parede, numa propriedade em formato de texto com as especificações necessárias. No caso de o revestimento ser composto por cerâmicos, o método é idêntico, assim como para o caso de uma alvenaria de tijolo de vidro, que atua da mesma forma do que uma parede corrente.

5.4.4. PORTA EXTERIOR

Na modelação da porta metálica exterior vai voltar-se à modelação de famílias, tal como o Perfil Oco Soldado. Para o caso do perfil, criou-se a família a partir de um *template*, onde já se encontravam parametrizadas as dimensões principais. Neste caso, apesar de também ser usado um *template* de portas, devido a toda a sua complexidade, a sua modelação é praticamente feita de raiz, existindo apenas no *template* a abertura na parede e as dimensões principais parametrizadas da porta, sem qualquer elemento ainda definido.

Desta forma, o processo adotado passa por inicialmente modelar o aro da porta, seguido da folha, finalizando com os elementos de menor dimensão, como a fechadura, dobradiças e o tubular. O aro da porta tem uma forma relativamente complexa, incluindo o batente e outras minuciosidades. Para cada uma destas secções foram criados planos de referência, associados a dimensões parametrizadas. Essas dimensões podem ser editadas posteriormente no projeto, permitindo assim a edição, adaptação e alteração dessas dimensões da porta tendo em conta projeto em que é inserido. Pode observar-se na Figura 5.8 a vista em planta da porta, onde se observam algumas medidas parametrizadas (associados ao batente), bem como os planos de referência utilizados, a tracejado.

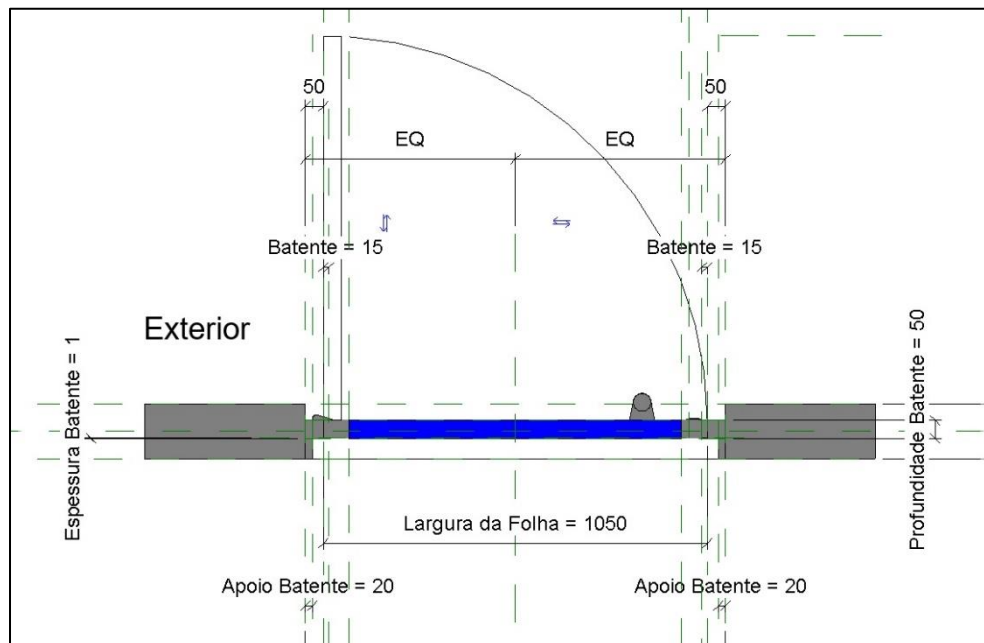


Fig. 5.8- Planta da Porta, incluindo algumas das dimensões parametrizadas (Revit®).

A maioria dos elementos da porta foram produzidos através de extrusões (*Extrusion*), sendo que alguns têm dimensões fixas, não precisando assim de ser parametrizados. Para além das dimensões em planta, também as dimensões em vista foram devidamente parametrizadas. Na Figura 5.9 encontra-se a planta da porta e a vista exterior da mesma, com as dimensões e planos de referência escondidos. Todas as questões relacionadas com a gestão da visualização dos diferentes elementos do plano de trabalho encontram-se no menu *Visibility/Graphics*, que se pode aceder de forma rápida com o atalho de teclado “VG”.

Para além desta informação acerca de todas as dimensões da porta, podem também ser associados outros parâmetros relacionados com outros tipos de propriedades do elemento em questão. Essas propriedades serão introduzidas tendo em conta os parâmetros do Quadro 4.14, presente no Capítulo 4.

Devido às potencialidades do *software* para realizar análises estruturais, de AVAC, elétricas, hidráulicas e energéticas, alguns parâmetros relacionados com essas especialidades são nativos do programa, porém como é normal no Revit®, a informação pode ser adicionada, já que o *software* apresenta bastante flexibilidade a esse nível.

Na Figura 5.10 encontram-se os parâmetros adicionados à família da porta modelada, parâmetros esses que estão agrupados conforme uma lista de grupos de parâmetros que o Revit® define.

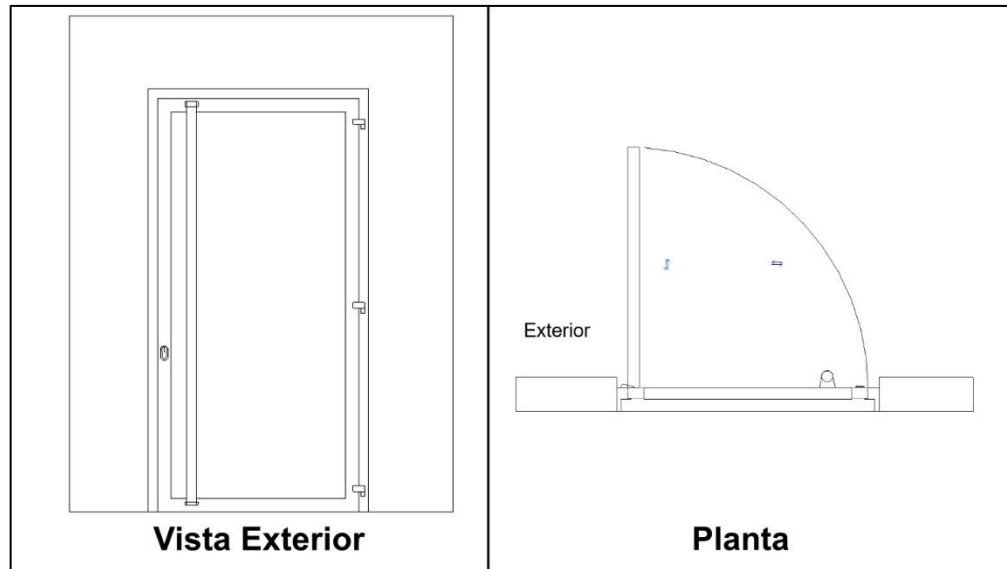


Fig. 5.9 - Vista exterior e em planta da porta exterior, no Revit®.

Como se observa na Figura 10 os parâmetros dentro do Revit® encontram-se divididos em vários grupos, marcados com o cabeçalho a azul, relacionados com os vários tipos de parâmetros existentes. Como se trata de uma porta, não faz sentido inserir nestas propriedades aquelas que estão relacionadas, por exemplo, com análises estruturais.

Construction	Materials and Finishes	Dimensions
Function	Acabamento	Apoio Batente
Wall Closure	Cor	Aro direito
Construction Type	Material	Aro esquerdo
		Aro superior
Analytical Properties	Identity Data	Batente
Analytic Construction	Keynote	Espessura Batente
Visual Light Transmittan	Model	Espessura Folha
Solar Heat Gain Coeffici	Manufacturer	Height
Thermal Resistance (R)	Type Comments	Largura da Folha
Heat Transfer Coefficien	Type Image	Profundidade Batente
	URL	Width
	Description	Rough Width
	Assembly Code	Rough Height
	Fire Rating	Thickness
	Cost	

Fig. 5.10 - Parâmetros da porta no Revit® (agrupado).

Deste modo, dentro das potencialidades do programa, apenas interessariam as relacionadas com análises energéticas, agrupadas com o nome *Analytical Properties*. Como se verifica na Fig. 5.10, as propriedades a cinza são aquelas que são intrínsecas ao *software* para proporcionar posteriores análises energéticas. Todas as propriedades abordadas no Capítulo 4 encontram-se inseridas na família, no entanto, como já existem algumas nativas do *software*, encontram-se denominadas com a sua definição padrão.

De notar que esta porta é uma família com alguma complexidade, que abrange um conjunto de elementos, tais como o aro, o batente, o tubular, a folha, a fechadura e as próprias dobradiças (Figura 5.11), e todos esses pequenos elementos podem ter parâmetros comuns e diferentes aos outros elementos da porta, porém os descritos anteriormente correspondem aqueles que são partilhados por toda a família. Está-se no fundo, a tratar de um caso hipotético (Devido à falta de informação para todos os pequenos elementos), pelo que se assumiu que são gerais a todos os componentes da família.

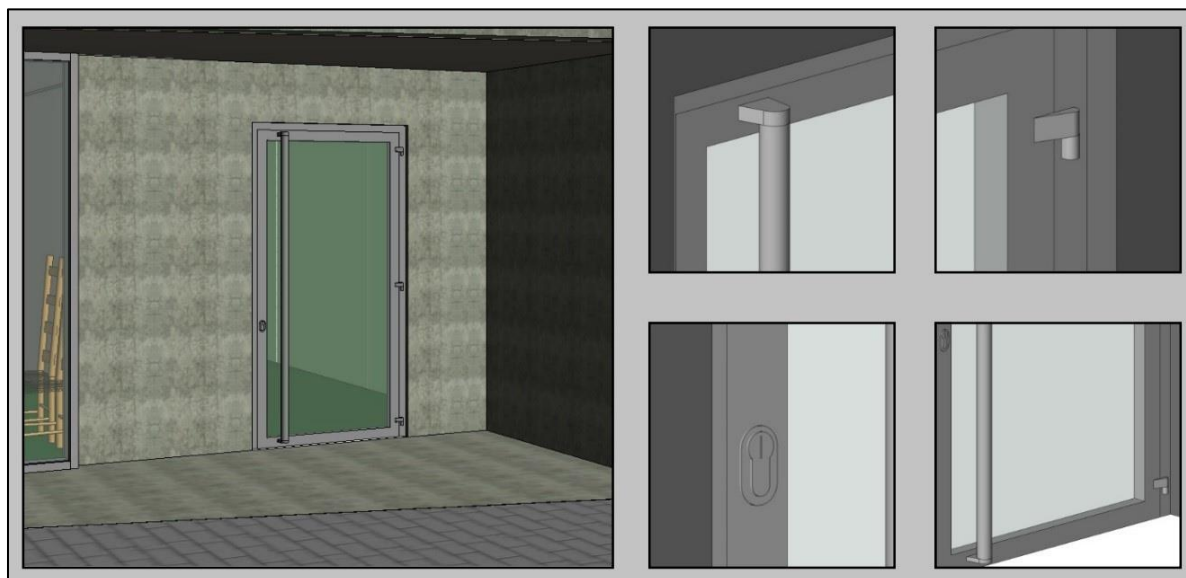


Fig. 5.11 - Pormenores gráficos da porta e dos respetivos elementos (Revit®).

5.4.5. VIDRO LAMINADO E VIDRO LAMINADO DE SEGURANÇA

O vidro laminado é geralmente utilizado em grandes vãos expostos (Figura 5.12), devido à sua capacidade de resiliência ao choque e outro tipo de agressões físicas, mantendo a sua integridade. Para

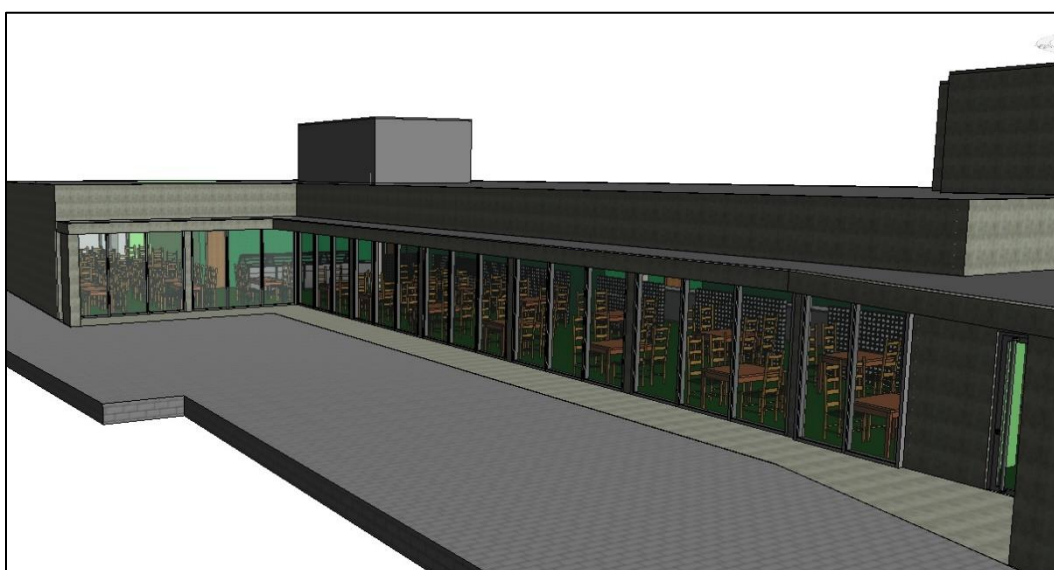


Fig. 5.12 - Visto do envidraçado no modelo em Revit®.

além desta vantagem, este tipo de vidros também tem uma grande capacidade de bloquear radiações não desejáveis.

No caso de estudo, existe uma fachada composta, tal como se observa na Fig. 5.12. O *Revit*® permite a criação deste tipo de envidraçados através de um tipo de parede específico nativo do *software* denominado *Curtain Wall*. As paredes, no entanto, não são famílias editáveis tal como o perfil metálico ou a porta exterior, isto é, não podem ser editadas à parte e carregadas no projeto normalmente, já que se apresentam como “famílias do sistema”. Este tipo de parede, apesar de oferecer bastante flexibilidade na sua criação por parte do *software*, é um pouco limitado em termos de quantidade de informação gráfica.

No plano de vista frontal, a capacidade de edição é vasta, permitindo ao utilizador modificar várias componentes tais como as várias dimensões, o número e posição dos caixilhos. Nesta vista, é possível adaptar o modelo a qualquer realidade, porém, na vista em corte, a edição das suas propriedades é limitada. Podem ser editadas como as paredes mencionadas no Subcapítulo 5.4.2, porém a estrutura é fixa e não se podem adicionar camadas tal como uma parede corrente.

Fazendo uma confrontação com os elementos do projeto fornecido (Dados em AutoCAD presentes na Fig. 5.13), existem alguns componentes visuais que não poderão ser incluídos devido às restrições do *software*.

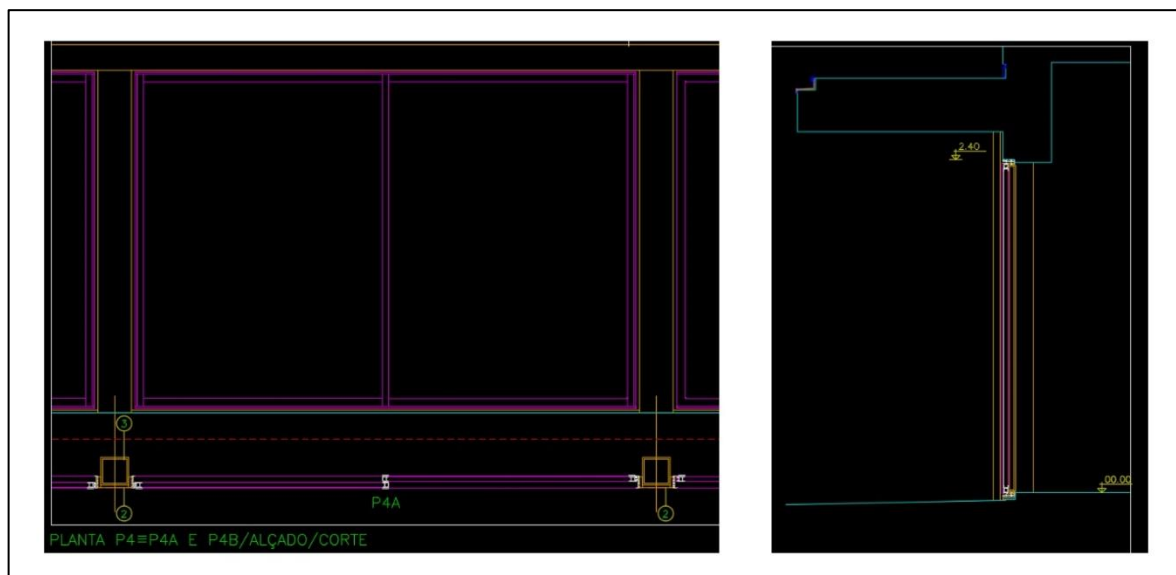


Fig. 5.13 - Plantas, vistas e cortes em AutoCAD.

No Caderno de Encargos do projeto de Arquitetura, este vidro denomina-se como “Vidro laminado de 4.4 mm + Simples Securite de 6 mm”, isto é, trata-se de um vidro duplo, incluindo caixa de ar no interior. Ainda é referido que deve ser liso, translúcido e incolor, incluindo todos os acessórios necessários, conforme os desenhos, que se encontram evidenciados na Figura 5.13.

Verifica-se assim uma desvantagem em relação a *softwares* de desenho CAD neste tipo de elementos, na medida em que não se consegue aperfeiçoar e melhorar algum detalhe gráfico e informativo neste tipo de elementos construtivos.

O vidro duplo é uma barreira na modelação do *Revit*®, já que, como já foi referenciado não se podem adicionar camadas à estrutura da *Curtain Wall*, e assim implementação de informação mais detalhada é restrita. Na Fig. 33 encontra-se a janela de propriedades de uma parede envidraçada, e tal como se pode observar as suas propriedades são restritas.

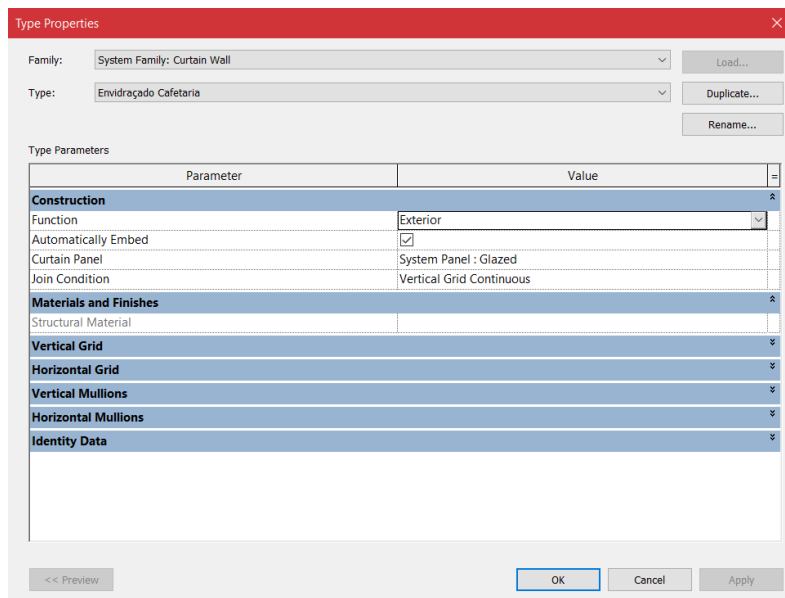


Fig. 5.14 - Janela de propriedades de uma *Curtain Wall* no *Revit*®.

Pode também observar-se na Figura 5.14, nos materiais e acabamentos, que a estrutura da parede não é editável, nem mesmo as características do vidro. A informação, isto é, os parâmetros de uma *Curtain Wall* não podem então ser adicionados, apenas nos campos pré-definidos.

5.4.6. CONCLUSÕES PRINCIPAIS DA MODELAÇÃO EM REVIT

Após a modelação destes objetos, é possível retirar algumas conclusões, onde se podem identificar as principais vantagens do uso deste *software*. De um modo geral podem distinguir-se algumas potencialidades relacionadas com o detalhe gráfico, incorporação de informação e criação de famílias, que seguidamente se encontram mais detalhadas.

Verifica-se uma elevada potencialidade do *Revit*® para gerar modelos com elevado detalhe gráfico, existindo dentro das várias opções de visualização uma elevada variedade que permite ao utilizador adaptar o detalhe gráfico à fase de modelação em que se encontra.

A criação de famílias de objetos permite adicionar separadamente ao modelo elementos com informação própria, característica da sua área de aplicação, que sendo corretamente parametrizada, apresenta elevada flexibilidade, podendo alterar-se alguns dos seus parâmetros, porém mantendo aqueles que caracterizam a família em que se encontra inserido. Estas famílias de objetos, dependendo do tempo de dedicação podem ter elevados níveis de informação gráfica e não gráfica, que se assim adaptar ao uso final do modelo.

Ao nível de informação o *Revit*® trata-se claramente de um *software* que permite uma fácil manipulação da mesma. Esta informação pode igualmente conter níveis de detalhe distintos. Na versão utilizada, que não é a completa, foi possível adicionar um vasto conjunto de informação às famílias de objetos modeladas.

6

ANÁLISE CRÍTICA E ENQUADRAMENTO DA INFORMAÇÃO NOS USOS BIM ADOTADOS

6.1. INTRODUÇÃO

6.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente capítulo será feita uma análise crítica dos dados obtidos no capítulo anterior, e efetuar o seu enquadramento nos usos BIM referidos em grande parte da dissertação. Os usos abordados estão relacionados com diferentes aplicações e fases do processo construtivo. Neste caso será, tal como já foi introduzido no Capítulo 3, avaliada a aplicabilidade da informação dos produtos no ponto de vista da promoção, do projeto, na fase de construção e na fase de utilização do edifício, mais concretamente da gestão de ativos, área também conhecida como *facility management*.

Deste modo, o procedimento a desenvolver neste capítulo passará por analisar e avaliar, dentro de cada uso a necessidade e utilidade dos parâmetros expostos no Capítulo 4 para uma mais eficiente prática de um profissional dessa área, tendo em conta o tipo de empreendimento inserido no caso de estudo.

6.1.2. ENQUADRAMENTO NO CASO DE ESTUDO

A análise realizada neste capítulo está enquadrada no empreendimento abordado (caso de estudo), que tal como referenciado no Capítulo 3 trata-se de um edifício com a finalidade de serviços de restauração, que inclui um bar, cozinha e uma zona comum para consumo de refeições, para além das estruturas essenciais como sanitários e zonas de pessoal. Deste modo, será seguidamente feita uma análise dos parâmetros tendo em conta o tipo de empreendimento que se trata.

6.2. ANÁLISE DOS PARÂMETROS

A informação dos parâmetros a analisar encontra-se disposta nos Quadros 4.11 ao 4.19, referentes ao Capítulo 4. Neste subcapítulo será então feita a análise crítica já introduzida no ponto anterior, que está organizada por categorias de parâmetros. Cronologicamente, irá começar-se pela análise dos parâmetros englobados nas características gerais, seguido das características físicas e geométricas. Na próxima fase, a análise aos parâmetros relacionados com o desempenho, seguido das condições de distribuição e armazenamento. No final serão analisadas as propriedades categorizadas como diversas.

6.2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A primeira abordagem terá como base os parâmetros das características gerais dos produtos. Estes parâmetros contêm informação relacionada com a nomenclatura do produto e a origem do mesmo. Esta categoria apresenta um total de sete parâmetros, explicados seguidamente.

O nome do produto corresponde a uma curta designação do produto, que permite uma rápida perceção daquilo que se trata. Esta designação aparece correntemente nos cadernos de encargos como denominação principal do produto. A descrição do produto acrescenta ao título algumas das suas características principais, que permite mais detalhadamente compreender o produto que se trata. Tomando como exemplo um produto contido no caderno de encargos fornecido do projeto de arquitetura, que se refere às caixilharias de correr. O nome do produto pode designar-se simplesmente como caixilharia de correr, no entanto a descrição do produto aparece como caixilharia com perfis de 84 e 42mm com carril inferior tubular.

O nome do fabricante e a morada registada do mesmo também aparecem nas características gerais, bem como o contacto. Esta informação é útil durante várias fases do processo construtivo, para manter contacto com o fornecedor. O número do fabricante e o ano de obtenção da marcação CE são os últimos parâmetros abordados nesta categoria de características gerais. Esta última aparece em qualquer produto com marcação CE, e permite às partes envolvidas perceber, dado as constantes atualizações, dentro de que legislação se encontra.

6.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GEOMÉTRICAS

As características físicas e geométricas englobam parâmetros relacionados com o material do produto, as dimensões relevantes, peso, a aparência e outras configurações de importância para a correta definição do produto em causa. Estas informações são indispensáveis em grande parte das fases do processo construtivo, desde a fase de conceção e projeto até à fase de construção, sendo menos importante na fase de utilização, onde a maioria da informação relevante está relacionada com características não físicas.

6.2.3. DETALHES ACERCA DA COMPOSIÇÃO

A composição de um determinado produto pode ser relevante para várias entidades do processo construtivo, permitindo retirar várias conclusões que podem afetar a escolha por parte do projetista ou empreiteiro, bem como afetar mesmo o desempenho de um material, consoante as condições em que é aplicado. Neste estudo a classe relativa à composição está apenas presente para o perfil metálico, já que esta informação é obrigatória para o tipo de produto. Embora o material seja parte da composição, esta propriedade encontra-se em outros produtos incluída nas características físicas e geométricas, como já foi referido no Subcapítulo 6.2.3.

6.2.4. CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

As características relacionadas com o desempenho representam os parâmetros que fundamentam a função que é expectável de um determinado produto. Estas características variam de produto para produto, consoante as suas funções.

Esta informação deve vir acompanhada em qualquer produto, e está geralmente associada às normas harmonizadas europeias, representando assim um selo de qualidade que adequa o produto à sua finalidade. Na maioria dos casos, estes parâmetros vêm em classes, tanto a nível europeu como em classes adaptadas ao país no qual se encontra em circulação.

6.2.5. CONDIÇÕES DE EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO

As condições de embalagem e armazenamento constituem informação relevante para os fornecedores, transporte, chegada a obra e armazenamento no estaleiro da mesma. O fornecimento de materiais constitui um dos grandes motivos pelo qual se verificam atrasos em obra (Pilar et al., 2009), pelo que os produtos devem estar dotados de informação que permita otimizar este processo.

Dentro dos parâmetros relacionados com a embalagem agrupa-se o formato e a quantidade por embalagem. O formato exemplifica o tipo de embalagem, que varia de produto para produto. No caso de, por exemplo, uma argamassa, é corrente o formato ser em sacos, no caso de um revestimento cerâmico como azulejo é natural o fornecimento ser feito em caixas. As unidades representam a quantidade existente em cada embalagem. Este parâmetro pode variar também de produto para produto, tendo em conta as unidades em que o produto é medido. No caso de um azulejo, será lógico representar as unidades, enquanto que num conjunto de varões será expectável exemplificar o comprimento.

Esta informação, estando acoplada ao produto, pode permitir que mais rapidamente se possam efetuar medições e outros cálculos relativos à quantidade de produtos a empregar numa determinada obra.

6.2.6. CATEGORIAS DIVERSAS

Nesta categoria enquadram-se naturalmente as propriedades de materiais e produtos que não se encaixam nas categorias anteriormente descritas. A primeira propriedade abordada está relacionada com o preço de reposição da unidade. A unidade depende do tipo de material ou da sua embalagem. No caso de uma argamassa, por exemplo, será usual se utilizar o preço por saco, enquanto que numa porta será normal ser o preço de uma porta completa. Esta propriedade encontra-se denominada como preço de reposição de modo a contemplar o preço da unidade em si, já que, por exemplo na fase de construção se irá referir ao custo para instalação e não reposição.

De seguida temos o local de aplicação. Este parâmetro permite saber o local no qual o material vai ser empregue e permite prever eventuais discordâncias aquando do fornecimento e aplicação ou instalação dos materiais. Como em norma, na documentação de projetos, estes se encontram organizados por elementos construtivos, tais como paredes, coberturas ou pisos, é importante que cada material esteja munido desta informação de modo a evitar trocas ou discordâncias em fases mais avançadas do processo construtivo.

Seguidamente também se encontra apresentado o parâmetro relacionado com a data de construção. Também pode ser denominado como data de instalação se o produto em questão for um equipamento. Esta informação é útil na medida em que permite:

- Avaliar a durabilidade de um produto/equipamento;
- Adicionar informação útil a planos de construção;
- Adicionar informação relevante a planos de manutenção;
- Aumentar a rapidez de deteção de problemas em fase de construção e utilização.

O tempo de vida expectável é outro parâmetro incluído nesta categoria, e apesar de poder por vezes não ser completamente exato, permite a várias entidades do processo adequar o produto à finalidade com que é concebido. Este parâmetro tem utilidade na fase de elaboração do projeto, porque dá uma informação importante ao projetista para a escolha do produto ideal. Numa fase posterior, como na fase de utilização, permite elaborar com alguma exatidão planos de manutenção. Muitas vezes a durabilidade de um produto está relacionada com a sua manutenção e inspeção temporária, porém consegue-se geralmente admitir uma determinada longevidade a um produto, isto é, um intervalo de tempo até ao final do qual o produto mantém as suas capacidades funcionais.

Dentro desta categoria inserem-se ainda mais três propriedades, estas relacionadas com a garantia do produto, método de aplicação e método de limpeza. A primeira está relacionada com a garantia, que dependendo dos seus detalhes, assegura por parte do fornecedor o cumprimento das funções de um de

um produto por um determinado intervalo de tempo. Para além de ser relevante na fase de projeto e na construção, entende-se que seja na fase de utilização que esta informação seja mais útil, permitindo, por exemplo, a um gestor de ativos se precaver de eventuais problemas com os seus equipamentos, evitando por vezes custos adicionais de reparação ou de manutenção. Na propriedade relacionada com a garantia, estão englobados três parâmetros secundários.

O primeiro refere-se a uma descrição da garantia, onde devem estar presentes as principais informações acerca das declarações e cláusulas que definem a garantia. Para além disso, deve também ser descrita a data de início e de expiração da mesma. Em planos de manutenção é vantajoso separar a informação relativa à descrição e às datas, já que a data poderá estar associada a avisos, nomeadamente de expiração da garantia, e permite assim tomar medidas antecipadamente.

O método de aplicação está relacionado com a forma que o produto ou material deve ser instalado ou aplicado de modo a atestar as capacidades do mesmo, quer em desempenho ou durabilidade. Este parâmetro contém alguns parâmetros secundários que dependem e variam consoante o material.

Dentro dessas propriedades secundárias pode ser incluída informação como as ferramentas a utilizar e o modo de lavagem da mesma. No caso de uma tinta, por exemplo, será importante estar também adicionada informação acerca do número de camadas, espessura e tempo de secagem. Estas indicações têm influência na fase de projeto e construção, visto que devem estar incluídas nos documentos de condições técnicas especiais, para uma correta aplicação em obra.

6.3. ENQUADRAMENTO NOS USOS BIM

6.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste Subcapítulo (6.3) será feito o enquadramento nos usos BIM e de modo a entender melhor a organização da informação são úteis algumas informações que seguidamente se apresentam. A contextualização da informação nos usos BIM encontra-se disposta em quadros seguidamente referenciados que se complementam com uma análise crítica e explicativa das decisões tomadas.

A informação contida nos quadros seguidamente apresentados está referenciada pelos números atribuídos a cada parâmetro nos Quadros 4.11 ao Quadro 4.19. Apesar dos quadros estarem acompanhados de uma análise crítica que suporta a sua informação, a relação propriamente dita é feita nos quadros de contextualização dos usos BIM.

Por questões de apresentação, e de modo a evitar uma extensão desnecessária aos quadros, quando um uso contém toda uma categoria de parâmetros, a célula encontra-se exibida com o nome da própria categoria. Quando todos os sub parâmetros correspondentes num determinado parâmetro principal (Caso das dimensões, condições de armazenamento e garantia, entre outros), a célula irá conter o número do parâmetro principal e não todos os números dos parâmetros secundários pelas razões acima descritas.

6.3.2. PERFIS OCOS SOLDADOS

Os perfis ocós soldados correspondem neste caso a elementos estruturais, pelo que o seu enquadramento no teor da promoção é reduzido. Porém tem fulcral importância para o projeto e construção, e mesmo na gestão de ativos (Quadro 6.1).

Neste produto incluíram-se e consideram-se como relevantes as propriedades presentes no Quadro 4.11, que se distribuem pelos usos como se encontra explícito no Quadro 6.1. Procedendo à análise propriamente dita, consideram-se diferentes itens informacionais para cada uso, começando pela promoção.

No ponto de vista de um promotor, neste caso de um perfil, apesar de não haver muita informação que possa elevar o status do produto em causa, consideram-se relevantes, em primeiro lugar as relacionadas

com o seu desempenho, sendo também importantes as informações relativas ao nome do produto, descrição, nome do fabricante e ano de obtenção da marcação CE.

O nome do produto, bem como a sua descrição constituem informação fundamental para qualquer área de ação da construção, já que são estas duas propriedades que constituem a identificação principal do produto ou material em causa. As características de desempenho são igualmente fulcrais para um material que tem quase unicamente funções estruturais. O ano de obtenção da marcação CE está presente em qualquer produto e verifica a sua conformidade com as normas europeias, pelo que deve acompanhar qualquer item comercializado. Sendo que a promoção de um produto se enquadra numa vertente mais comercial, entende-se assim ser fundamental uma boa identificação e descrição sumária do mesmo, bem como a verificação das suas capacidades de desempenho atualizadas conforme as normas. O fabricante aparece também como um fator preponderante para a promoção: a escolha de um produto é muitas vezes baseada no nome do fabricante. Uma forma de o consumidor reduzir a sua exposição ao risco é comprar marcas de preços elevados (Hjorth-Andersen, 1987), que geralmente estão associados a fabricantes ou distribuidores mais conhecidos.

Quadro 6.1 – Distribuição das propriedades nos usos BIM de um perfil metálico estrutural (Associar com Quadro 4.11).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.
8.1.1.2.	8.1.1.2.	8.1.1.2.	8.1.1.2.
8.1.1.4.	8.1.1.7.	8.1.1.3.	8.1.1.3.
8.1.1.7.	8.1.1.8.	8.1.1.4.	8.1.1.4.
Desempenho	8.1.1.9.	8.1.1.5.	8.1.1.5.
	8.1.1.20.	8.1.1.6.	8.1.1.6.
	8.1.1.21.	8.1.1.8.	8.1.1.44.
	8.1.1.46.	8.1.1.9.	8.1.1.45.
	Composição	8.1.1.20.	8.1.1.46.
	Desempenho	8.1.1.21.	8.1.1.47.
		8.1.1.38.	8.1.1.48.
		8.1.1.39.	8.1.1.49.
		8.1.1.40.	
		8.1.1.44.	
		8.1.1.46.	
		8.1.1.47.	

Relativamente ao projeto, entendem-se relevantes também as propriedades associadas ao nome do produto e a sua respetiva descrição, bem como o local de aplicação. Esta informação é obrigatória em vários documentos, tais como no caderno de encargos ou em condições técnicas especiais. O ano de obtenção da marcação CE também entra nesta categoria, já que permite a verificação das suas propriedades de desempenho. Nas características físicas e geométricas entram praticamente todos os fatores. A forma e dimensões são essenciais para a conceção de qualquer projeto e documento que envolva o produto. A área de pintura inclui-se na medida em que, caso seja necessário algum tipo de acabamento na área externa do perfil, esta possa corretamente ser definida na documentação de preparação para a obra.

Incluem-se também todos os parâmetros relacionados com a composição e desempenho. Ambas são importantes na fase de dimensionamento. A composição também pode ser relevante devido à exposição do material e potenciais reações químicas alterem o comportamento do elemento em funcionamento.

Na fase de construção consideram-se relevantes as propriedades que permitem otimizar o fornecimento e colocação ou aplicação dos materiais em obra. A informação relacionada com o fornecedor permite colmatar eventuais falhas ou outras complicações no fornecimento. Os parâmetros físicos e geométricos têm importância para o transporte e colocação dos produtos, bem como o seu armazenamento no estaleiro. A embalagem e armazenamento é fulcral para a organização do estaleiro de obra, quer para a gestão espacial, quer para a própria gestão do *stock*.

Na categoria de diversos valoriza-se o local de aplicação, e considera-se este aspeto relevante para evitar eventuais conflitos com elementos que, embora aparentemente sejam idênticos, têm locais ou elementos de aplicação diferentes.

No campo da gestão de ativos enquadram-se as propriedades relativas à identidade do fornecedor, que é importante para obter informação que permita ao gestor prever, manter ou reabilitar os produtos aplicados. A garantia do produto adquire aqui também uma importância relevante, bem como a data de construção e o tempo de vida expectável da unidade que representa um auxílio importante para a geração de planos de manutenção.

6.3.3. TIJOLO CERÂMICO

O tijolo cerâmico estabelece-se como um dos materiais mais utilizados na construção e geralmente, tal como no caso de estudo aparece, é utilizado para a construção de alvenarias, em elementos como paredes interiores. É um produto que apenas se destaca pelo seu desempenho funcional, pelo que no ponto de vista de um promotor, não há muito a dizer para além do que foi referenciado no subcapítulo 6.3.2. relativo aos perfis estruturais, porque apesar de serem comumente associados a especialidades de projeto diferentes, ambos têm importância apenas funcional. A marca do fabricante adquire aqui também bastante relevância.

Para o projeto, como se encontra exposto do Quadro 6.2, consideram-se ser necessárias as propriedades das características gerais que permitam a correta identificação do produto para efeitos de documentação. As dimensões são relevantes na elaboração de mapas de quantidades e o peso para eventuais considerações do peso próprio dos elementos construtivos. As características de desempenho estão destinadas para o projeto e devem estar adaptadas para satisfazer as exigências de comportamento e funcionamento definidas no programa preliminar (Presente na Portaria 701-H 2008).

Na fase de construção, as categorias de características fundamentais são semelhantes às anteriormente referenciadas para os perfis metálicos, nomeadamente a identificação do produto e as informações acerca do fornecedor. As dimensões são fundamentais para a execução das alvenarias e o peso permite saber, por exemplo, de que maneira o transporte dos produtos deverá ser efetuado. Questões relacionadas com a embalagem e armazenamento são essenciais para a gestão dos *stocks* no estaleiro e o transporte dos mesmos para o local de execução das alvenarias.

Na gestão de ativos consideram-se importantes as informações gerais acerca do fornecedor, de modo a poder mais rapidamente resolver eventuais conflitos com os produtos na fase de utilização do edifício. O preço de reposição da unidade não apresenta aqui uma informação concreta, visto que, caso surja a necessidade de repor este material, toda a alvenaria terá que ser removida. A data de construção constitui informação importante para um gestor de ativos. A datação das construções ou aplicações de produtos e materiais é sempre uma informação que permite retirar conclusões acerca da *performance* de determinados materiais de construção. O tempo de vida expectável constitui, apesar de ser pouco representativa neste caso, informação importante para planos de manutenção a longa data. Por fim, a garantia acaba também por ser sempre uma informação de valor que assegura ao gestor a qualidade do

desempenho dos materiais investidos na construção, tanto neste caso, como em praticamente todos os materiais de construção.

Quadro 6.2 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de um tijolo cerâmico (Associar com Quadro 4.12).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
12.1.1.1.	12.1.1.1.	12.1.1.1.	12.1.1.1.
12.1.1.2.	12.1.1.2.	12.1.1.2.	12.1.1.2.
12.1.1.4.	12.1.1.7.	12.1.1.3.	12.1.1.3.
12.1.1.7.	12.1.1.8.	12.1.1.4.	12.1.1.4.
Desempenho	12.1.1.12.	12.1.1.5.	12.1.1.5.
	12.1.1.34.	12.1.1.6.	12.1.1.6.
	Desempenho	12.1.1.8.	12.1.1.33.
		12.1.1.12.	12.1.1.34.
		12.1.1.26.	12.1.1.35.
		12.1.1.27.	12.1.1.36.
		12.1.1.28.	12.1.1.37.
		12.1.1.32.	
		12.1.1.34.	

6.3.4. TIJOLO DE VIDRO

O tijolo de vidro diferencia-se do tijolo cerâmico por se encontrar exposto, pelo que a sua vertente estética ganha mais interesse, bem como outras propriedades que se irão dispor de seguida (Quadro 6.3). No ponto de vista de um promotor interessa também, para além das informações gerais do fabricante ou do fornecedor, algumas características físicas e geométricas, bem como de desempenho.

Num tijolo de vidro, tendo em conta o ponto de vista de um promotor, entende-se que as suas características devam estar adequadas à finalidade do ponto de vista funcional e estético. No caso de estudo, o tijolo de vidro entra na realização de uma alvenaria interior. Geralmente o tijolo de vidro é utilizado no preenchimento de paredes e vãos exteriores, isto é, em paramentos que efetuem a divisão entre o interior e o exterior de um edifício, o que não acontece neste caso. No caso de estudo, esta parede tem como principal funcionalidade formar um corredor, e dividir, não totalmente esse mesmo corredor da zona de refeições. Deste modo, as características do tijolo de vidro relacionadas com a transmissão de luz, uma das suas principais propriedades em usos correntes, não têm tanta importância.

Do ponto de vista de um promotor, e apelando à funcionalidade da alvenaria no caso de estudo, entende-se que seja importante expor informação relacionada com a identidade do produto, bem como a cor do tijolo, que tem importância estética no espaço. Devido a se tratar de um espaço e de um elemento construtivo com elevada propensão à sujidade, devido ao constante contacto com os utilizadores do edifício, entende-se assim que seja relevante que o método de limpeza seja simples.

Em termos de projeto, entram todas as características físicas, geométricas e desempenho, já que só desta maneira se pode efetuar a documentação de projeto, quer no caderno de encargos, quer em mapas de medições.

Para a construção, inserem-se as propriedades adotadas para um tijolo cerâmico corrente, para a correta execução dos trabalhos em causa.

Quadro 6.3 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de um tijolo de vidro (Associar com Quadro 4.13).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
12.1.2.1.	12.1.2.1.	12.1.2.1.	12.1.2.1.
12.1.2.2.	12.1.2.2.	12.1.2.2.	12.1.2.2.
12.1.2.4.	12.1.2.7.	12.1.2.3.	12.1.2.3.
12.1.2.7.	Características Físicas e Geométricas	12.1.2.4.	12.1.2.4.
12.1.2.13.		12.1.2.5.	12.1.2.5.
12.1.2.33.	Desempenho	12.1.2.6.	12.1.2.6.
		12.1.2.8.	12.1.2.34.
		12.1.2.12.	12.1.2.35.
		12.1.2.27.	12.1.2.36.
		12.1.2.28.	12.1.2.37.
		12.1.2.29.	12.1.2.38.
		12.1.2.33.	
		12.1.2.35.	

No ponto de vista da gestão de ativos, consideram-se relevantes também as características usadas nos materiais anteriores, não havendo alterações significativas nas escolhas.

6.3.5. PORTA EXTERIOR

A porta exterior permite uma análise diferente e mais interessante no ponto de vista do caso de estudo, devido às suas diversas aplicações e funções que deve desempenhar, cujas características encontram-se evidenciadas no Quadro 6.4. No ponto de vista de um promotor de uma obra deste género, interessa, para além da estética, um elevado nível de informação relacionada com a sua funcionalidade. O edifício do caso de estudo trata-se de um espaço com elevada circulação e movimento de pessoas, pelo que estas portas exteriores se encontram em constante uso, pelo que devem ser adaptadas ao tipo de utilização que potencialmente irão ter. Esta é a grande diferença de uma porta exterior deste caso, e uma porta exterior de uma habitação.


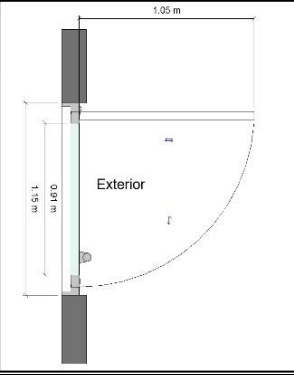
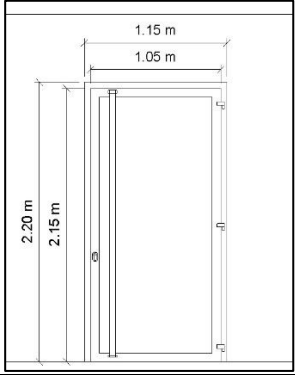
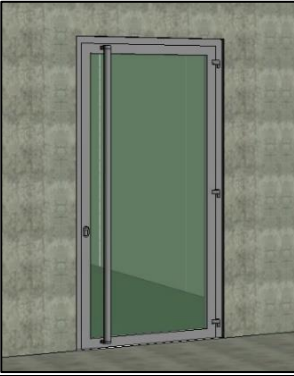
As questões estéticas, como a cor e o acabamento têm importância, mas considera-se aqui a durabilidade como um fator determinante para a promoção. O preço também é relevante, porque se trata de um elemento que geralmente envolve quantidades relativamente elevadas de dinheiro.

No ponto de vista do projeto, como se verifica no Quadro 6.4, são necessárias as propriedades que permitam, como é evidenciado na figura, fazer uma correta representação espacial da porta. Para além dessas propriedades geométricas, o material que compõe o elemento também deve estar já evidenciado no projeto.

Além dessas, são igualmente importantes as características de desempenho, onde entram propriedades relacionadas com a questões térmicas, luminosas e de permeabilidade ao ar para a efetuação de cálculos relativos a essas mesmas especialidades. Neste caso, também se considera importante para a elaboração da documentação a resistência ao impacto, que deve ser adaptada à pesada utilização que a porta poderá vir a ter.

Na gestão de ativos, novamente incluem-se as informações do fornecedor, sendo que também se devem incluir informações relativas ao preço de reposição, data de construção, tempo de vida expectável, método de limpeza e informações de garantia.

Quadro 6.4 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de uma porta exterior (Associar ao Quadro 4.14).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
			
15.1.1.1.	15.1.1.1.	15.1.1.1.	15.1.1.1.
15.1.1.2.	15.1.1.2.	15.1.1.9.	15.1.1.2.
15.1.1.4.	15.1.1.7.	15.1.1.13.	15.1.1.3.
15.1.1.14.	15.1.1.8.	15.1.1.36.	15.1.1.4.
15.1.1.15.	15.1.1.9.		15.1.1.5.
15.1.1.35.	15.1.1.16.		15.1.1.6.
15.1.1.38.	Desempenho		15.1.1.36.
			15.1.1.38.
			15.1.1.39.
			15.1.1.40.

6.3.6. REVESTIMENTOS CERÂMICOS COLADOS

Os revestimentos cerâmicos colados são utilizados no caso de estudo nas zonas comuns, de cozinha e de sanitários. Estas escolhas devem-se ao facto de, nas zonas comuns haver muita circulação de pessoas e também, devido à proximidade de cozinhas e comida aquecida, são zonas de grande exposição à humidade superficial. Para além disso, são elementos de fácil limpeza, que harmoniza com a frequente exposição à sujidade.

No ponto de vista de um promotor, para o tipo de edifício em que se insere, tornam-se assim relevantes as propriedades descritas no Quadro 4.15 e exibidas no Quadro 6.5 relativas à resistência a produtos de limpeza, resistência a manchas e ao método de limpeza. Igualmente aos produtos interiores, é necessária também uma boa descrição do produto, e por questões estéticas a cor da face.

Na fase de elaboração do projeto e criação de documentação, entram as questões dimensionais, bem como as de desempenho. Na construção entra toda a informação dimensional do produto, bem como outras características geométricas como a retilinearidade das arestas, ortogonalidade e planaridade da face. As propriedades contidas na categoria de condições de embalagem e armazenamento permitem um fornecimento mais eficaz, bem como uma melhor gestão do inventário de produtos no estaleiro e o fornecimento ao local de aplicação dentro da obra.

Para um gestor de ativos será útil a informação que consta também nos produtos anteriores, que se verificam no Quadro 6.5.

Quadro 6.5 - Distribuição das propriedades nos usos BIM de revestimentos cerâmicos colados (Associar com Quadro 4.15).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
18.1.1.1.	18.1.1.1.	18.1.1.1.	18.1.1.1.
18.1.1.2.	18.1.1.2.	18.1.1.2.	18.1.1.2.
18.1.1.4.	18.1.1.7.	18.1.1.3.	18.1.1.3.
18.1.1.16.	18.1.1.8.	18.1.1.4.	18.1.1.4.
18.1.1.29.	Desempenho	18.1.1.5.	18.1.1.5.
18.1.1.30.		18.1.1.6.	18.1.1.6.
18.1.1.35.		18.1.1.8.	18.1.1.31.
		18.1.1.13.	18.1.1.32.
		18.1.1.14.	18.1.1.33.
		18.1.1.15.	18.1.1.34.
		18.1.1.17.	18.1.1.35.
		18.1.1.18.	18.1.1.36.
		18.1.1.19.	
		18.1.1.23.	
		18.1.1.32.	

6.3.7. ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E ARGAMASSA DE REBOCO

Neste subcapítulo irão ser abordados dois materiais de construção relacionados com o mesmo elemento construtivo que são paredes ou paramentos. Para o estudo que está a ser feito neste capítulo, considera-se de certa forma irrelevante aprofundar muito a informação destes produtos, visto que a sua aplicabilidade nos usos BIM adotados é restrita, já que pertencem a todo um elemento construtivo que atua de forma conjunta.

De qualquer forma, é importante ressaltar a importância de verificação das características de desempenho para a fase de projeto. Na categoria de diversos, estes produtos devem, no entanto, adquirir outro tipo de informação que não consta nos anteriores, que está relacionada com aplicação, neste caso, das argamassas. Propriedades como as ferramentas de aplicação, o número de camadas, a espessura e a lavagem da ferramenta devem estar associadas ao produto. Esta informação encontra-se regularmente em fichas técnicas.

6.3.8. VIDRO LAMINADO E VIDRO LAMINADO DE SEGURANÇA

O vidro laminado aparece no edifício do caso de estudo em grande quantidade, sendo o principal material utilizado numa fachada exposta, como se encontra modelada na Figura 5.12. Este envidraçado é constituído por duas camadas (vidro duplo), sendo uma camada de vidro laminado e a outra, exterior à primeira, constituída por vidro laminado de segurança. Devido à exposição e acessibilidade, este vidro deve conter propriedades que assegurem a segurança dos utilizadores, bem como a preservação do seu interior. Deste modo, considera-se que um promotor de um edifício tipo caso de estudo tenha em conta essas mesmas características, como a resistência ao arrombamento.

Para além da vertente de segurança, devido à extensão do elemento em causa, este apresenta também um grande impacto a nível acústico e térmico. Desta forma um promotor também deve ter em atenção propriedades relacionadas com o isolamento sonoro e de transmissão de calor. Outras propriedades físicas como a opacidade e distorção ótica também devem ser referenciadas neste uso, por questões privativas do espaço interior.

No projeto envolvem-se propriedades principalmente relativas às dimensões e desempenho, porém as questões de opacidade e distorção ótica também já devem ser evidenciadas nesta fase do processo construtivo.

Quadro 6.6 - Distribuição das propriedades nos usos BIM relativas aos vidros laminados e vidros laminados de segurança (Associar com Quadro 4.18).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
19.1.1.1.	19.1.1.1.	19.1.1.1.	19.1.1.1.
19.1.1.2.	19.1.1.2.	19.1.1.2.	19.1.1.2.
19.1.1.4.	19.1.1.7.	19.1.1.3.	19.1.1.3.
19.1.1.7.	19.1.1.8.	19.1.1.4.	19.1.1.4.
19.1.1.13.	19.1.1.13.	19.1.1.5.	19.1.1.5.
19.1.1.14.	19.1.1.14.	19.1.1.6.	19.1.1.6.
19.1.1.20.	Desempenho	19.1.1.8.	19.1.1.29.
19.1.1.24.		19.1.1.12.	19.1.1.31.
19.1.1.26.		19.1.1.30.	19.1.1.32.
19.1.1.29.			19.1.1.33.
			19.1.1.34.

Na fase de construção, para além das habituais informações relacionadas com o fabricante e fornecedor, devem também constar dados como o peso do elemento e do local a aplicar, que podem eventualmente necessitar de métodos de transporte para o local de aplicação mais refinados. Já na gestão de ativos, consideram-se fundamentais as mesmas propriedades associadas aos produtos anteriores.

6.3.9. TINTA PARA PAREDES E TETOS INTERIORES

As tintas para elementos interiores correspondem a produtos que têm um impacto em várias vertentes, com um forte poder estético e também de desempenho, pelo que devem ser idealmente escolhidas para o caso em concreto.

Para o uso referente à promoção, destaca-se neste tipo de produto todas as características físicas, que incluem o tipo de acabamento, cor, brilho e viscosidade. Para além destas e das habituais de identidade, considera-se ainda importante a resistência à lavagem e à esfrega húmida. Tendo em conta o espaço do edifício do caso de estudo, as paredes interiores são sujeitas a frequentes lavagens, pelo que se pretende, neste caso, uma tinta com um elevado número de ciclos de lavagem. No projeto, e também para a preparação da documentação, devem aparecer, para além da correta identificação acerca da nomenclatura e descrição do produto, as características físicas e de desempenho.

Para a fase de construção, destaca-se neste produto a correta definição da metodologia de aplicação, onde se devem expor as ferramentas a utilizar, o número de camadas, a espessura e o método de lavagem da ferramenta. Para além destas, também é indispensável o conhecimento do rendimento prático, que

permite definir com maior precisão as quantidades de produto a empregar, bem como o estabelecimento dos planos de trabalho.

Quadro 6.7 - Distribuição das propriedades nos usos BIM relativas às tintas para paredes e tetos interiores (Associar com Quadro 4.19).

Promoção	Projeto	Construção	Gestão de Ativos
20.1.1.1.	20.1.1.1.	20.1.1.1.	20.1.1.1.
20.1.1.2.	20.1.1.2.	20.1.1.2.	20.1.1.2.
20.1.1.4.	20.1.1.7.	20.1.1.3.	20.1.1.3.
20.1.1.7.	Características físicas	20.1.1.4.	20.1.1.4.
Características físicas	Desempenho	20.1.1.5.	20.1.1.5.
20.1.1.12.		20.1.1.6.	20.1.1.6.
		20.1.1.8.	20.1.1.12.
		20.1.1.17.	20.1.1.24.
		Embalagem e armazenamento	20.1.1.25.
			20.1.1.26.
		20.1.1.25.	20.1.1.27.
		20.1.1.32.	20.1.1.28.

6.3.10. CONCLUSÕES ACERCA DAS ATRIBUIÇÕES DAS PROPRIEDADES

Neste capítulo foi feita uma reflexão acerca da atribuição da informação realizada nos materiais e produtos de construção. Antes demais é importante ressaltar que na escolha destes materiais e produtos de construção pretendeu-se abordar alguma diversidade. Desta maneira entende-se que a abordagem desta metodologia se adapta melhor a alguns materiais, àqueles com maior diversidade de informação e com maior flexibilidade perante os usos BIM adotados, como é o caso do tijolo de vidro, porta exterior, elementos cerâmicos, vidros e tintas.

Os produtos como os perfis metálicos têm uma função totalmente direcionada para efeitos estruturais, pelo que a sua flexibilidade de informação é reduzida. As outras ocorrências, que envolvem o tijolo cerâmico e as argamassas de reboco e assentamento também apresentam pouca versatilidade de informação, devido a serem materiais que fazem parte de um elemento construtivo, atuando assim em conjunto e não de forma separada.

Em relação à informação propriamente dita, existe um conjunto transversal a todos os usos adotados, que se refere à identificação do produto e descrição. Esta informação é fundamental para integrar a imagem do produto.

7

CONCLUSÃO

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

A realização da presente dissertação permitiu dar resposta aos objetivos inicialmente propostos, permitindo também tirar algumas conclusões importantes relativamente ao estudo feito. As conclusões serão seguidamente especificadas e contextualizadas consoante os principais objetivos definidos inicialmente.

Desta forma, serão retiradas conclusões acerca da informação técnica que foi abordada ao longo da dissertação, seguido das conclusões relacionadas com a contextualização da informação nos usos BIM estabelecidos. Será também feita uma análise dos resultados da modelação feita em *Revit*®, de modo a concluir também as vantagens e limitações do *software*, bem como a capacidade de absorver toda a informação que foi abordada.

Na parte final serão ainda expostas algumas ideias que poderão servir de base para desenvolvimentos futuros. Serão expostos alguns pontos de partida que poderão impulsionar a realização de estudos que ajudem a colmatar algumas das falhas que se verificam ao nível de implementação do BIM a nível nacional.

7.2. A INFORMAÇÃO TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO

Em primeiro lugar, dando resposta à problemática da classificação e organização da informação técnica na construção, conclui-se que existem atualmente algumas falhas, principalmente no panorama nacional. Estas falhas partem inicialmente da falta de um sistema de classificação da informação organizado e especializado para a área da construção.

O ProNIC® apresenta-se como uma plataforma que possui grandes potencialidades no que toca à criação de documentação na construção, e apresenta também uma classificação da informação com vários níveis, já especificados ao longo da dissertação. No entanto, sente-se que é fundamental, não só para o desenvolvimento do ProNIC®, como para todo o panorama nacional ao nível da construção a existência de uma biblioteca unicamente destinada à especificação da informação na construção, que sirva de base para a implementação de metodologias de trabalho BIM. A existência desta biblioteca permitiria assim um maior nível de uniformização da informação, fomentando também um ambiente mais colaborativo. Em países mais desenvolvidos no que toca a utilização de metodologias BIM verifica-se já a existência desse tipo de bibliotecas, como por exemplo a UniClass no Reino Unido.

De um modo mais concreto, tendo em conta a informação técnica abordada ao longo da dissertação, verifica-se também alguma dificuldade em conseguir encontrar e reunir informação viável acerca de produtos e materiais de construção. A nível nacional, apenas foi possível encontrar informação a partir de normas harmonizadas, bem como informação retirada através do ProNIC®.

7.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO EM USOS BIM

A contextualização da informação técnica na construção em vários usos BIM constituiu também um dos objetivos iniciais propostos. Depois de toda a informação recolhida, foi feita uma assemblagem aos usos BIM relacionados com a promoção, projeto, construção (obra) e também ao nível da fase de utilização, nomeadamente na área da gestão de ativos.

Esta contextualização foi feita com base numa análise crítica fundamentada, de modo a conseguir separar a informação em cada uso, tendo em conta a sua utilidade nessa mesma área. Conclui-se que este tipo de abordagem é interessante, na medida em que permite associar a informação a uma determinada finalidade, e deste modo poder criar *outputs* mais específicos para as mais variadas vertentes da construção.

7.4. CONCLUSÕES DA MODELAÇÃO EM REVIT

A modelação em *Revit*® permitiu explorar e perceber as funcionalidades e potencialidades do *software*, tendo em conta o contexto geral da dissertação. Em primeiro lugar, conclui-se que o *Revit*® apresenta uma enorme versatilidade em relação às suas utilidades e funcionalidades. Embora apresente as suas maiores potencialidades no contexto arquitetónico, permite também explorar e analisar componentes relacionados com outras especialidades, tais como análises estruturais, hidráulicas e energéticas. Apresenta também uma elevada capacidade de criar modelos realistas em termos gráficos, com vários modos de apresentação e representação gráfica.

Para além da componente gráfica, o *Revit*® permite também detalhar os objetos de forma profunda com informação. Existe uma elevada capacidade do *software* em criar nova informação e inseri-la nos objetos modelados. Uma das grandes vantagens associadas está relacionada com a possibilidade de criar novas famílias de objetos separadamente ao projeto. Deste modo é possível criar objetos, que devido às suas propriedades paramétricas podem adaptar-se ao projeto no qual se pretende inserir.

Apesar de existirem objetos nativos do *Revit*®, nota-se uma baixa colaboração das várias partes envolvidas no processo construtivo, nomeadamente as empresas relacionadas com o fabrico e fornecimento de produtos em criar os seus próprios objetos prontos a serem utilizados nos modelos.

7.5. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

As ideias e conclusões reproduzidas nesta dissertação podem impulsionar ao desenvolvimento de trabalhos futuros dentro da área do BIM, mais especificamente relacionados com a informação associada à construção.

A primeira ideia consiste em compreender até que ponto é possível criar uma biblioteca relacionada com a informação técnica especializada para produtos e materiais de construção no panorama nacional, que possa servir de base a várias plataformas, como o ProNIC®.

Uma outra proposta pode passar por analisar vários *softwares* que se baseiam em metodologias BIM, com funcionalidades e áreas de aplicação diferentes, enquadrando-os nas várias etapas do processo construtivo. A ideia passaria também por analisar que tipo de informação esses *softwares* conseguem adquirir, e os *outputs* de cada um, fazendo uma análise e contextualização dessa informação no processo construtivo.

Por último, seria também importante a realização de um estudo relativamente à implementação do BIM a nível nacional, de modo a melhor entender as razões que se encontram por trás das dificuldades atuais de implementação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZHAR, Salman; HEIN, Michael; SKETO, Blake (2008) - Building Information Modeling (BIM) Benefits, Risks and Challenges.
- BIM&CO (2019) - About BIM Objects [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.bimandco.com/en/about-bim-object>>.
- BIMFORUM (2018) - LOD Specification 2018 Part I & Commentary.
- CABRITA, André (2008) - Atrasos na Construção: Causas, Efeitos e Medidas de Mitigação. Instituto Superior Técnico.
- CAUDILL, Laura (2018) - 60 Years of CAD Infographic: The History of CAD since 1957. [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>>.
- CHARETTE, Robert P.; MARSHALL, Harold E. (1999) - Uniformat II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis.
- CSI (2006) - OmniClass® [Consult. Disponível em WWW: <URL: http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf>.
- (2019) - MasterFormat® [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.csiresources.org/standards/masterformat>>.
- CZMOCH, Ireneusz; PEKALA, Adam (2014) - Traditional Design versus BIM Based Design. Procedia Engineering. 91: 210-215. ISSN 18777058.
- DELANY, Sarah (2019) - Classification [Consult. Abril de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification>>.
- EASTMAN, Chuck [et al.] (2008) - BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-18528-5.
- FONSECA, M. Santos (2000) - Regras de Medição na Construção. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. ISBN 972-49-1739-8.
- GELDER, J. E. (2015) - The design and development of a classification system for BIM. In Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations. 2015. p. 477-491.
- GHALI, Sherif (2008) - Introduction to Geometric Computing. Springer Publishing Company, Incorporated.
- GOUBAU, Thomas (2017) - A History of BIM [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>>.
- HJORTH-ANDERSEN, Chr. (1987) - Price as a Risk Indicator. Journal of Consumer Policy. 10: 167-281.
- IGI (2019) - What is Parametric Object [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.igi-global.com/dictionary/parametric-object/56514>>.
- IMOUDU ENEGBUMA, Wallace [et al.] (2014) - Preliminary building information modelling adoption model in Malaysia. Construction Innovation. 14:4. 408-432. ISSN 1471-4175.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, I.P. (2007) - Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev.3.
- ISO (2019a) - All about ISO [Consult. Abril de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.iso.org/about-us.html>>.
- (2019b) - ISO Members [Consult. Abril de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.iso.org/members.html>>.
- LATIFFI, Aryani Ahmad [et al.] (2017) - Building Information Modeling (BIM) The Level of Development (LOD) in the Malaysian Construction Projects.
- MARCACAOCE.EU (2018) - Guia Rápido: Marcação CE Descodificada [Consult. Disponível em WWW: <URL: <http://marcacaoce.eu/services/guia-rapido-marcacao-ce-descodificada/>>.
- MARSHALL, David (1997) - Boundary Representation [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: https://users.cs.cf.ac.uk/Dave.Marshall/Vision_lecture/node57.html>.

- MCPARTLAND, Richard (2017) - What is IFC? [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-ifc>>.
- MONTEIRO, André (2011) - Interoperabilidade BIM [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php/Interoperabilidade_BIM>.
- NAKAMURA, Juliana (2014) - Construtoras apostam no BIM 4D para melhorar assertividade do planeamento de obras [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/213/construtoras-apostam-no-bim-4d-para-melhorar-assertividade-do-planeamento-335226-1.aspx>>.
- NIBS (2019) - Frequently Asked Questions About The National BIM Standard - United States [Consult. Disponível em WWW: <URL: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>>.
- NUNES, Henrique (2016) - Sistemas de classificação da informação na construção. Universidade Nova de Lisboa.
- PEREIRA, Ricardo (2013) - Sistemas de classificação na construção. Síntese comparada de métodos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- PILAR, Fernando [et al.] (2009) - Principais causas de atrasos do plano de trabalho de uma obra de construção civil. In Engenharia 2009 - Inovação e Desenvolvimento. Covilhã: 2009.
- POÊJO, Teresa (2017) - Contributos para um Sistema de Classificação de Informação da Construção Nacional em conformidade com a Norma ISO 12006. Universidade Nova de Lisboa.
- PONTES, Joaquim (2016) - Modelo de Maturidade BIM para a Indústria Nacional. Instituto Superior Técnico.
- PRONIC, Consórcio (2015) - Resumo Executivo - Funcionalidades [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: http://www.impic.pt/impic/assets/misc/pdf/documentos_de_iniciativas_estrategicas/pronic.pdf>.
- QUIRK, Vanessa (2012) - A Brief History of BIM [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>>.
- REDAÇÃO (2018) - As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>>.
- SOUSA, Adriana (2016) - Aplicação da Metodologia BIM-FM a um caso prático. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- SUCCAR, Bilal (2013) - The BIM Framework.
- SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad (2015) - Macro-BIM adoption: Conceptual structures. Automation in Construction. 57: 64-79. ISSN 09265805.
- ZHOU, Qingnan (2018) - Mesh Boolean [Consult. Março de 2019]. Disponível em WWW: <URL: https://pymesh.readthedocs.io/en/latest/mesh_boolean.html>.

